HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMEND
GOOD PRACTICES

ARGUMENTAIRE

Prevention, diagnosis and management of empty nose syndrome

Validated by the College on November 17, 2022

In the healthcare field, good practice guidelines (GPRs) are defined as methodically developed proposals to help practitioners and patients seek the most appropriate care in given clinical circumstances.
GPRs are rigorous syntheses of the state of the art and scientific data at a given time, described in the scientific rationale. They do not exempt healthcare professionals from exercising discernment in their patient care, which must be that which they deem most appropriate, based on their own findings and the patient's preferences.
This GPR was developed using the method summarized in the scientific rationale and described in the HAS methodological guide available on its website: Development of Good Practice Guidelines – Method: Recommendations for Clinical Practice.
The objectives of this guideline, the population, and the professionals involved in its implementation are briefly presented on the last page (descriptive sheet) and detailed in the scientific rationale. This document, along with a summary of the recommendation, can be downloaded from www.has-sante.fr.

Grade des recommandations

A	**Preuve scientifique établie** Fondée sur des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1) : essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur ou méta-analyse d'essais comparatifs randomisés, analyse de décision basée sur des études bien menées.
B	**Présomption scientifique** Fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2), comme des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées, des études de cohorte.
C	**Faible niveau de preuve** Fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).
AE	**Accord d'experts** En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord entre experts du groupe de travail, après consultation du groupe de lecture. L'absence de gradation ne signifie pas que les recommandations ne sont pas pertinentes et utiles. Elle doit, en revanche, inciter à engager des études complémentaires.

Descriptif de la publication

Titre	Prévention, diagnostic et prise en charge du syndrome du nez vide
Méthode de travail	Recommandation pour la pratique clinique.
Objectif(s)	Prévenir le syndrome du nez vide (SNV). Diagnostiquer et prendre en charge les patients qui développent un SNV.
Cibles concernées	Patients auxquels une intervention chirurgicale sur les cornets est proposée. Patients ayant subi une telle intervention chirurgicale et ayant développé un SNV. Professionnels réalisant de telles interventions chirurgicales et plus largement tous ceux intervenant dans la prévention, le diagnostic, le suivi et la prise en charge des patients atteints du SNV.
Demandeur	Association syndrome du nez vide France et Fédération française des associations et amicales de malades, insuffisants ou handicapés respiratoires.
Promoteur(s)	Haute Autorité de santé (HAS).
Pilotage du projet	Coordination : Cédric Paindavoine, chef de projet, service des bonnes pratiques de la HAS (chef de service : Docteur Pierre Gabach). Secrétariat : Mme Jessica Layouni.
Recherche documentaire	De janvier 2000 à mai 2022 (cf. stratégie de recherche documentaire décrite en annexe 1 de l'argumentaire scientifique). Réalisée par Mme Marie Georget, avec l'aide de Mme Yasmine Lombry et de Mme Juliette Chazareng (chef du service documentation – veille : Mme Frédérique Pagès).
Auteurs	Dr Julie Fernandez Rodriguez, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Marseille – chargée de projet.
Conflits d'intérêts	Les membres du groupe de travail ont communiqué leurs déclarations publiques d'intérêts à la HAS. Elles sont consultables sur le site https://dpi.sante.gouv.fr. Elles ont été analysées selon la grille d'analyse du guide des déclarations d'intérêts et de gestion des conflits d'intérêts de la HAS. Les intérêts déclarés par les membres du groupe de travail ont été considérés comme étant compatibles avec leur participation à ce travail.
Validation	Version du 17 novembre 2022
Actualisation	L'actualisation de la recommandation sera envisagée en fonction des données publiées dans la littérature scientifique ou des modifications de pratique significatives survenues depuis sa publication.
Autres formats	Texte des recommandations, arbre décisionnel et fiche d'information destinée aux patients téléchargeables sur www.has-sante.fr

Ce document ainsi que sa référence bibliographique sont téléchargeables sur www.has-sante.fr

Haute Autorité de santé – Service communication information
5, avenue du Stade de France – 93218 SAINT-DENIS LA PLAINE CEDEX. Tél. : +33 (0)1 55 93 70 00
© Haute Autorité de santé – novembre 2022 – ISBN :

Summary

Preamble 6

1. General info 8

1.1. History 8

1.2. Incidence 9

1.3. Time of occurence 9

2. Pathophysiology 11

2.1. Pathophysiological mechanisms of ENS: hypotheses 11

2.1.1. At the nasal level 11

2.1.1.1. Sensing 11

2.1.1.2. Defective conditioning 12

2.1.1.3. Flow disturbances 13

2.1.2. At the brain level 15

2.1.3. At the neuropsychiatric nevel: Pathophysiology of Functional Disorders 15

2.1.4. At the lower respiratory level 16

2.1.4.1. At the Lower Respiratory Level 16

2.1.4.2. Decreased Pulmonary Resistance 16

2.1.4.3. Nasal Nitric Oxide (nNO) 16

2.2. Etiologies of ENS 17

2.2.1. Inferior turbinectomy – inferior turbinoplasty 17

2.2.2. Middle turbinectomy 18

2.3. Contributing Factors 19

3. Prévention 20

3.1. Compliance with Surgical Indications 20

3.2. Recommended Techniques 20

4. Diagnosis 22

4.1. Clinical 22

4.1.1. Functional signs 22

4.1.2. Clinical scores 22

4.1.3. Physical exams 24

4.1.4. Diagnostic tests 24

4.2. Additional Explorations 25

4.2.1. Rhinomanometry 25

4.2.2. Role of Imaging 25

4.3. Impact 25

5. Care **27**
5.1. Medical 27
5.1.1. Somatic 27
5.1.2. Psychiatric 27
5.2. Surgical 27
5.2.1. Implants (endonasal microplasty) 28
5.2.1.1. Positioning 28
5.2.1.2. Injectable materials 28
5.2.1.3. Implantable materials 28
5.2.2. Injections 31
5.2.3. Other 33
5.2.4. Evaluation of efficacy 33

Table of Appendices **154**

Bibliographic References **160**

Participants **166**

Abbreviations and Acronyms **168**

Preamble

This best practice recommendation is part of the care pathway for patients with chronic nasal obstruction or who have developed ENS after a turbinate procedure. It is intended for professionals involved in the prevention, diagnosis, monitoring and management of these patients and is part of a multidisciplinary consultation involving the general practitioner and a shared decision with the patient.

Referral

The Empty Nose Syndrome Association, France submitted a referral to the HAS (French National Health Authority) regarding the syndrome of the same name, relayed by the French Federation of Associations and Friendly Societies of Patients with Respiratory Insufficiency or Disabilities (FFAAIR).

Among the numerous requests made in this referral, not all of which fall within the HAS's remit, is the "scientific evaluation of the indications for the turbinate ablation and/or reduction technique, the determinants of empty nose syndrome, and currently available treatments for ENS."

The HAS included the development of a best practice recommendation in its work program and invited the applicant and the National Professional Council of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery to define the topic. These stakeholders, in consultation, chose the title: "Prevention, diagnosis, and management of empty nose syndrome in cases of surgical intervention for nasal obstruction." The working group subsequently decided to change the title to "Prevention, Diagnosis, and Management of Empty Nose Syndrome."

Context

Empty nose syndrome (ENS) is a complication of turbinate reduction surgery performed as a last resort in cases of nasal obstruction, allergic rhinitis, etc. It is, in practice, a series of nasal and extranasal symptoms (and not a disease) occurring within a variable time period (days to years) after turbinate surgery.
In the absence of reliable epidemiological studies, the incidence is poorly understood.
From a pathophysiological perspective, ENS manifests as sensations of paradoxical nasal obstruction, loss of humidification functions and warming of inspired air; loss of sensory receptors but retained sensitivity to menthol; increased and altered airflow velocity; disturbances in ventilatory control; and neuropsychiatric factors.
ENS also manifests as extranasal signs: dyspnea/hyperventilation; headaches; fatigue/difficulty concentrating; sleep disturbances; anxiety/mood disorders.
ENS can have psychological repercussions: depression, major social withdrawal, agoraphobia, job loss, and sometimes even physical harm.
Questions regularly arise that remain unanswered:

- Why do some patients who have undergone total ablation of the inferior turbinates for a tumor pathology not develop ENS?
- Could a simple cauterization of the inferior turbinates (the least invasive procedure possible) cause ENS in certain patients?

- Why has ENS been described for 15-20 years when turbinate surgery is much more ancient ?

There is a lack of knowledge and recognition on the subject, and the impact on the quality of life of the patients concerned is major, but progress is being made (study on dyspnea invoking hyperventilation, work on fluid flow by a team from Marseille, etc.).

In any case, the emphasis must be placed on patient information.

Objectives

This best practice recommendation aims, firstly, to prevent ENS, and secondly to diagnose and manage patients who develop ENS.

The aim is to improve patient care and therefore the quality and safety of the care provided to them, as well as their quality of life, by supporting decision-making in the choice of care and enabling the professionals involved to improve and harmonize their practices.

Target Audiences

This best practice recommendation concerns patients proposed for turbinate surgery, as well as those who have developed ENS after undergoing such surgery.

This best practice recommendation is intended for professionals performing such surgical procedures that may lead to ENS and, more broadly, for all those involved in the prevention, diagnosis, monitoring, and management of patients with ENS.

1. General information

1.1. History

Turbinate reduction surgeries have been common in ENT surgery since the late 1800s (1). The previously routine procedure of total turbinectomy was subsequently abandoned due to complications such as bleeding, crusting, secondary atrophic rhinitis, or nasal ventilation disruption, in favor of newer, more conservative techniques (1, 2). In the 1970s and 1980s, total turbinectomy experienced a revival, due to a very high success rate reported in the literature, between 63 and 94% (2).

Moore and Kern's work first demonstrated a supposed link between turbinate surgery and atrophic rhinitis in 2001. They published a retrospective study of 242 patients diagnosed with atrophic rhinitis between 1982 and 1999. Among them, 157 had a history of turbinectomy, including 110 partial (inferior and/or middle) and 47 total (3). At the same time, other authors also reported the occurrence of secondary atrophic rhinitis after turbinectomy, in an estimated proportion of between 15 and 71% of cases. However, others reported never having encountered a single case of atrophic rhinitis or "empty nose" after performing total inferior turbinectomies (3).

The term "empty nose syndrome" (ENS) was first used in 1994 by Kern and Stenkvist to describe areas of surgical emptiness in the inferior and middle turbinate region on CT scans of patients who had undergone inferior or middle turbinate surgery (2, 4). These patients appeared to suffer more frequently from nasal dryness and crusting. Despite an appearance of endonasal emptiness, these patients instead complained of a sensation of nasal obstruction, then termed "paradoxical."

Organized by the American Rhinological Society, a consensus conference was held at the Combined Otolaryngological Spring Meetings in 2001, focusing on the issues of middle and inferior turbinate surgery. Experts recognized that excessive resection of turbinate tissue could lead to the occurrence of ENS (5).

In France, a formalized consensus of the French Society of Otorhinolaryngology and Face and Neck Surgery (SFORL) dating from 2012 recognizes the existence of ENS and outlines its clinical and pathophysiological contours (6). Recommendation No. 2 defines ENS as follows: "Empty nose syndrome combines a sensation of nasal obstruction, secretory changes, and olfactory disturbances triggered by turbinate reduction surgery" (strong agreement).

ENS has long been defined as a secondary form of atrophic rhinitis (2, 3), but some authors nevertheless believe that these are two distinct pathologies (7, 8). According to Chhabra and Houser, while ENS and atrophic rhinitis share common symptoms, the loss of turbinate substance in atrophic rhinitis reflects the underlying pathology. Atrophic rhinitis can occur after turbinectomy, but can also be secondary to trauma, infectious, or autoimmune disease. ENS, on the other hand, is a purely iatrogenic condition: in all cases of ENS, patients have a history of turbinate surgery (7).

Houser proposed a classification of ENS into four groups based on tissue resection. ENS-IT patients are those who have undergone partial or total amputation of the inferior turbinates. ENS-MT patients are those who have undergone partial or total amputation of the middle turbinates. In ENS-Both patients, both the inferior and middle turbinates have been completely or partially resected.

Finally, Houser recognizes a fourth group, ENS-type patients, in whom no turbinal tissue loss is visualized, who present with ENS symptoms, who have a history of turbinal surgery, and whose symptoms improve with the cotton swab test (7-9).

For Payne, however, broadening the definition of ENS to include patients in whom no turbinal structure is missing is a misuse of the term "empty nose syndrome." He himself proposes defining ENS as a complex symptomatology including, at a minimum, the sensation of paradoxical nasal obstruction, associated with complete or partial turbinal resection (10).

The definition of ENS is not, to date, consensual. ENS remains a rare condition. Furthermore, some patients will not develop ENS after radical amputation of the turbinate structures, while others will develop ENS after partial resection. For these reasons, some practitioners have long doubted the very existence of ENS (9).

1.2. Incidence

The exact incidence of empty nose syndrome is unknown, as no large-scale study has been conducted to estimate the incidence of ENS after turbinate surgery (11).

Nevertheless, some authors have ventured to provide an estimate of the latter.

According to Chaabra and Houser, approximately 20% of patients will develop ENS after turbinate resection, and a larger proportion of patients will experience at least nasal dryness (7).

Other authors report the occurrence of secondary atrophic rhinitis after turbinectomy, in an estimated proportion between 15 and 71% of cases (3).

Conversely, as other authors have pointed out in their literature reviews, there are also large series with long-term follow-up that report no cases of secondary atrophic rhinitis occurring after total or subtotal turbinectomy (10-12). The authors nevertheless emphasize the fact that in these studies, up to 6% of patients experienced no improvement in their nasal ventilation despite a reduced turbinate volume (12).

According to Payne, patients with allergic rhinitis or chronic rhinosinusitis may be less likely to develop certain symptoms due to the persistence of hypertrophy of the remaining nasal mucosa, even after turbinate resection (10).

According to recommendation no. 4 of the 2012 SFORL formalized consensus, "empty nose syndrome is an exceptional complication of turbinate surgery (given the number of procedures) that must nevertheless always be taken into account" (strong agreement) (6).

Given the very high frequency of chronic nasal obstruction (estimated at one-third of the population (13)) and, consequently, the high frequency of turbinate procedures performed to relieve it, it is reasonable to estimate that ENS remains a rare complication of turbinate surgery.

1.3. Time of occurrence

Similarly, the time to symptom onset after turbinate surgery remains poorly understood.

For some, signs may appear early. In a 2019 retrospective study of 27 ENS patients, Malik et al. reported that ENS symptoms appeared within one month of turbinate surgery in 20 of the 27 patients (14).

Other authors report later symptoms, ranging from several months to several years after turbinate surgery (4, 7).

2. Pathophysiology

2.1. Pathophysiological mechanisms of ENS: hypotheses

2.1.1. At the nasal level

2.1.1.1. Sensing

An alteration of the trigeminal nerve function is suggested by some authors. The perception of the emptiness of the nasal cavities would be linked to the activation of the trigeminal nerve during inspiration of cold air, possibly mediated by TRPM8 channels (thermoreceptor-like transient receptor potential channel melastatin 8) located in the nasal epithelium. The application of menthol in the nasal cavities would be responsible for a sensation of nasal decongestion, without modifying the endonasal anatomy, by activating these TRPM8 channels (15). Li et al. compared the detection threshold of lateralization of inspired menthol in 6 ENS patients and 22 healthy subjects. Subjects were instructed to breathe simultaneously into two bottles (connected separately to both nostrils), one containing menthol at decreasing concentrations (from step 1 where the solution is most concentrated, to step 20 where the solution is most diluted), the other containing only odorless mineral oil. The menthol dilution threshold at which subjects were able to correctly lateralize inspired menthol was investigated. The authors observed that ENS subjects had a significantly lower detection threshold for lateralization of inspired menthol than healthy subjects (9.2 ± 4.6 versus 14.8 ± 1.6 [expressed in dilution steps], $t = 3.78$, $p < 0.005$). The experiment was then repeated on 27 ENS patients compared to 42 healthy subjects, with comparable results: lower detection thresholds in ENS subjects (10.3 ± 3.9) than in healthy subjects (14.0 ± 1.8, $p < 0.0001$). The authors concluded that ENS subjects had impaired trigeminal nerve function compared to healthy subjects (15, 16).

Malik et al. applied the same assessment protocol to 12 ENS subjects compared to 20 healthy subjects and 5 asymptomatic subjects with “aggressive” turbinectomy. They observed that ENS subjects had significantly lower inspired menthol lateralization detection thresholds than asymptomatic healthy subjects (10.2 ± 3.87 versus 14.8 ± 1.59, $p < 0.0001$) and also lower than subjects with “aggressive” turbinectomy (10.2 ± 3.87 versus 15.2 ± 1.23 $p < 0.0001$). Asymptomatic subjects with “aggressive” turbinectomy had a slightly higher detection threshold than healthy subjects, significantly ($p < 0.05$) (14).

Konstantinidis et al. found similar results. The menthol lateralization detection threshold was significantly lower in ENS subjects (21.8 ± 3.5, $n = 21$ patients) than in asymptomatic subjects with subtotal turbinectomy (29.8 ± 3.2, $p = 0.021$, $n = 18$ patients) and healthy subjects (34.5 ± 3.5, $p = 0.004$, $n = 32$ patients). However, they did not find a significant difference between asymptomatic subjects with subtotal turbinectomy and healthy subjects ($p = 0.067$) (17).

Wu et al. identified specific abnormalities in the mucosa of patients with ENS. The pathological characteristics of the mucosa of the inferior turbinates of 17 ENS patients were studied and compared with 6 control subjects. Compared with the control group, ENS patients had more squamous metaplasia, more submucosal fibrosis, and a significantly lower number of submucosal glands, changes that the authors compared to those observed in atrophic rhinitis. Although not statistically significant, goblet cell metaplasia was observed in 6 ENS patients, which was absent in healthy subjects.

In contrast, the epithelial layer of ENS subjects was virtually intact, with preservation of ciliated and goblet cells, with no statistically significant difference in cell number between the two groups. In immunohistochemistry, TRPM8 expression was significantly lower in the ENS group than in the control group. This decrease in their expression could explain the trigeminal nerve dysfunction and the loss of sensation of air passage and nasal cavity patency observed in ENS (18).

Per Sozansky and Houser, interindividual differences in postoperative nerve recovery could explain why some patients develop ENS and others do not, for identical surgeries (4).

2.1.1.2. Conditioning defect

Using numerical flow simulations, Naftali et al. estimated that the middle and inferior turbinates are responsible for 70% of the air conditioning capacity of the nasal cavities, and that amputation of the turbinate structures reduces the air conditioning efficiency in the nasal cavities by nearly 30% (19).

Temperature

A decrease in temperature in the nasal cavities is strongly suspected of playing a role in ENS. Tsakiropoulou et al. performed in vivo temperature and humidity measurements in the nasal cavities of 57 subjects with a history of partial inferior turbinate surgery. It should be noted that none of these subjects presented with ENS. They were compared to 28 healthy subjects. Temperature and humidity measurements were taken at the inferior and middle turbinate heads in both nasal cavities. The air temperature at both detection sites was significantly lower in the post-turbinectomy group than in the control subjects: -13% at the inferior turbinate head and -19% at the middle turbinate head. However, no statistically significant difference was observed regarding humidity values (20).

Computational fluid dynamics studies have also found lower temperatures in the nasal cavities after turbinectomy. Dayal et al. found that the warming and humidification capacity of the nasal mucosa, close to 100% preoperatively, was only 60 to 80% after inferior turbinectomy (21). Balakin conducted a study using numerical simulation of flow on pre- and postoperative CT scans of a patient with ENS after bilateral partial inferior turbinectomy. After turbinectomy, he observed an increase in velocity and a decrease in temperature, as inspired air had to travel a greater distance through the nasal cavity to be warmed (22).

Velocity

In numerical flow simulations, after middle-turbinectomy, Di et al. observed an increase in air velocity during inspiration and expiration in the posterosuperior part of the nasal cavity, in the region of the sphenopalatine ganglion, which was not observed after inferior turbinectomy. Since pain or headaches appeared to be more frequently reported by ENS patients after middle-turbinectomy than after inferior turbinectomy, Di et al. hypothesized that this was due to stimulation of the sphenopalatine ganglion by higher air velocity. They also observed a decrease in air velocity in the lower corridor after inferior turbinectomy

which, for them, would explain the paradoxical obstruction, by a decrease in the stimulation of the mechanoreceptors of the nasal mucosa which participate in the sensation of the passage of air (23).

Heat Transfer

Zhao et al. attempted to identify the physical and physiological factors contributing to the sensation of nasal patency. Forty-four healthy volunteers were asked to breathe room air, dry air, and cold air. Their sensation of nasal patency was assessed by self-measurement on a visual analog scale. The temperature and humidity of the inspired air were recorded. Cold inspired air was correlated with a better sensation of nasal patency. At a constant temperature, variations in humidity significantly influenced the sensation of nasal patency. For the authors, this demonstrates that it is the cooling of the mucosa (or heat transfer) that is responsible for the sensation of nasal patency, this heat transfer occurring through evaporation of water present in the inspired air combined with thermal conduction generated by the temperature gradient (24).

Using numerical flow simulations, Sullivan et al. observed that increased heat transfer from air to the nasal mucosa correlated with improved nasal patency in patients postoperatively following functional endoscopic surgery for nasal obstruction. Indeed, a low NOSE score was significantly correlated with the amount of nasal mucosa stimulated by heat transfer > 50 W/m² (25).

For Dayal et al., despite an increase in nasal airflow, the mucosal surface area where heat transfer exceeds 50 W/m² decreases after total inferior turbinectomy. Receptors sensitive to mucosal cooling (mucosal cooling effect) appear to be less stimulated, potentially contributing to the sensation of paradoxical nasal obstruction (21).

Humidity

In their numerical flow simulation study of pre- and post-operative CT scans of a patient with ENS after bilateral partial inferior turbinectomy, Balakin et al. observed that after turbinectomy, inspired air was drier than before surgery, which they explained by a higher airflow velocity resulting in less contact time with the nasal mucosa and therefore less humidification (22).

Wall Shear Stress

A decrease in wall shear stress (WSS) in the surgical void areas of ENS patients is consistently found in numerical flow simulation studies (14-16, 23, 26-28).

2.1.1.3. Flow disturbances

Vortices

In numerical flow simulation, several studies have found the formation of vortices (or whirlpools) in the lower corridors in patients with ENS, or after virtual surgery simulating a total inferior turbinectomy (23, 27). The authors hypothesize that these vortices

lead to drying of the nasal mucosa, generating crusts, very frequently observed in the ENS.

Modification of respiratory flow distribution

Numerical flow simulation studies consistently find a modification of the distribution of inspiratory flow in the ENS or after radical inferior turbinectomy in virtual surgery. However, the results are conflicting between teams.

In virtual surgery, after inferior turbinectomy, some authors have observed an increase in airflow in the lower airways, to the detriment of the middle and upper airways. The streamlines that materialize the inspired air are mainly directed towards the lower airway, and a smaller proportion reaches the olfactory cleft, compared to models of healthy subjects (21, 23, 27, 28). This limitation of flow in the olfactory cleft is responsible, according to the authors, for the anosmia or hyposmia found in the ENS. These aerodynamic changes are more significant after inferior turbinectomy than after middle turbinectomy (21, 23). For the authors, this correlates with the fact that ENS symptoms such as nasal dryness, crusting, paradoxical nasal obstruction, hyposmia, or anosmia are more frequently observed in patients after inferior turbinectomy than after middle turbinectomy (23).

Li et al. observed the opposite effect. Their team studied the largest cohort of ENS subjects using numerical airflow simulation, comparing 27 ENS patients with 42 healthy subjects. In this study, ENS subjects exhibited significantly reduced airflow in the lower corridors and increased airflow in the middle corridors. Streamlines were tightly concentrated in the middle corridor, to the detriment of the lower corridors, whereas in healthy subjects, streamlines were evenly distributed between the lower and middle corridors (16). Li et al. highlighted the fact that, in this cohort of 27 ENS patients, only 4 patients had undergone radical turbinectomy (2 inferior turbinectomies and 2 middle turbinectomies). In contrast, all ENS subjects had undergone septoplasty, functional endoscopic surgery, or middle turbinate resection associated with inferior turbinate resection. According to the authors, this association could increase the risk of ENS (16). This work was continued by Malik et al., who compared these 27 ENS patients with 42 healthy subjects, as well as 5 patients with a history of inferior turbinectomy without having developed ENS. They observed that in ENS patients, inspired air did not pass through the inferior passage, unlike in healthy subjects and in subjects who had undergone inferior turbinectomy without having developed ENS (even though the widening of the inferior passages after turbinectomy was as significant as in ENS subjects) (14).

Maza et al. studied the occurrence of ENS after endoscopic skull base surgery using numerical flow simulation. Four patients were included. These patients had undergone endoscopic skull base surgery including an upper and middle turbinectomy, a posterior septectomy, and a large sphenoidotomy. Their initial pathologies were a meningioma, an encephalocele, and two pituitary adenomas. Two of these patients had ENS occurring postoperatively (defined by an ENS6Q score greater than 11), while the other two had not developed any. A numerical flow simulation study was performed on the postoperative imaging of these patients (CT and MRI). Two other groups of patients were used for comparison: a group of 27 subjects who had developed ENS after functional endoscopic surgery and a group of 42 healthy subjects. The authors observed a significantly lower percentage of inspired air in the lower corridor in the two patients with ENS after endoscopic skull base surgery than in the two who did not.

(17.74% ± 4.00% vs. 51.25% ± 3.33%, p < 0.002). The streamlines showed an alteration in the distribution of inspired air in the two ENS subjects after endoscopic skull base surgery, similar to what was observed in ENS subjects after functional endoscopic surgery, namely a distribution predominantly involving the middle corridor, to the detriment of the lower corridor. In contrast, the two subjects who did not develop ENS after endoscopic skull base surgery had a distribution of inspired air in both the lower and middle corridors similar to what was observed in healthy subjects. The authors conclude that the alteration of the inspired air conditioning pattern appears similar in ENS subjects, regardless of the extent of the initial surgery (functional surgery or skull base surgery) (26).

2.1.2. At the brain level

Freund et al. compared functional MRI scans of 10 ENS subjects and 15 healthy subjects who were asked to evaluate their sensation of nasal patency during free breathing, then during inhalation of menthol and limonene. ENS subjects showed specific activation of certain brain areas belonging to the limbic system, which was not found in control subjects. Since these same brain areas were also activated in an experiment studying a situation of respiratory stress, the authors concluded that ENS patients were in a state of “respiratory stress”. Furthermore, the beneficial effect of menthol inhalation could correspond to the deactivation of paralimbic areas, which is why the authors recommend including menthol in local treatments for ENS (29).

2.1.3. At the neuropsychiatric level: pathophysiology of the functional disorder

In some patients, empty nose syndrome is characterized by a set of painful and disabling symptoms whose intensity or impact appear to be unexplainable, or insufficiently so, by objective ENT abnormalities.

Some of these symptoms could therefore be considered "functional" somatic disorders(30), characterized by physical symptoms or complaints, not attributable to dysfunction or injury of the organ indicated by the symptoms, and causing significant suffering or functional impact.

The pathophysiology of functional disorders is not specific to any particular symptom and involves cognitive and behavioral mechanisms.

Among cognitive mechanisms, symptoms initially caused by a physical trigger (infection, surgery, trauma, etc.) can give rise to a phenomenon of responsive conditioning in the brain (unconscious learning), resulting in the perpetuation of painful bodily sensations, even in the absence of the stimulus. Like all perceptions, bodily sensations depend on a balance between new information provided by the peripheral nervous system and old information stored in the brain's memory. An alteration of this balance in favor of old information can promote the emergence of bodily perceptions and their amplification through sustained attentional focus.

Among behavioral mechanisms, the distress of symptoms can legitimately contribute to avoidance behaviors aimed at reducing their occurrence.

These avoidance behaviors are the source of both physiological and psychological reinforcing mechanisms. For example, in the case of ENS, avoidance of cold, dry air provides short-term symptom relief, but in the long term, increases sensitivity to dry air, to which the subject will become increasingly less tolerant.

Similarly, uncertainty avoidance leading to a search for reassurance through repeated medical consultations, repeated additional tests, and/or excessive internet searches can reinforce intolerance to this same uncertainty. These avoidance mechanisms contribute to the failure to extinguish the initial respondent conditioning and promote excessive attention to bodily sensations, which in turn contributes to the maintenance and perpetuation of the functional disorder.

Of course, these cognitive and behavioral mechanisms can coexist with other pathophysiological mechanisms.

2.1.4. At the lower respiratory level

2.1.4.1. Decreased pulmonary resistance

Nasal resistance plays a major role in opening peripheral bronchioles and optimizing alveolar ventilation (31). It represents half of the resistance in the entire airway, and 50% more effort is required to breathe through the nose rather than the mouth (3, 8). A significant decrease in nasal resistance, as observed in ENS, could compromise the equilibrium state of respiratory pressures, explaining the sensations of dyspnea and inability to breathe satisfactorily frequently reported in ENS (8).

2.1.4.2. Hyperventilation syndrome

Mangin et al. diagnosed hyperventilation syndrome (HVS) associated with ENS in 77% of cases (17 patients out of the 22 ENS patients included). Five patients with ENS and HVS underwent a pulmonary rehabilitation program. Their SNOT-16 score was significantly lower after rehabilitation (27.6 ± 4.1 versus 20.4 ± 2.3, $p = 0.02$). The authors believe the link between the two syndromes could be explained by a shared psychological background and impaired pulmonary function secondary to the air conditioning defect observed in ENS. Systematic screening for HVS is necessary. Pulmonary rehabilitation appears to be a useful therapeutic approach in ENS patients (32).

2.1.4.3. Nasal Nitric Oxide (nNO)

nNO is synthesized by the mucosa of the nasal cavities and sinuses. A collapsed nNO level is a marker used in the diagnosis of primary ciliary dyskinesias (33, 34).

Fu et al. studied nNO levels in 19 patients with ENS, compared with 12 patients with chronic hypertrophic rhinitis. nNO levels were significantly lower in ENS subjects than in subjects with chronic hypertrophic rhinitis (85.5 ppb [5.5 – 333.0] versus 231.3 ppb [114.0 – 426.0], $p < 0.001$). The authors also performed nNO measurement in healthy subjects with a mean of 396.2 ppb ± 125. ENS subjects benefited

from endonasal microplasty. Postoperative nNO levels at 3, 6, and 12 months were significantly increased (p = 0.015) (33)

2.2. Etiologies of ENS

2.2.1. Inferior turbinectomy – inferior turbinoplasty

Authors agree that while the majority of cases of ENS occur after extensive surgery (total or subtotal inferior turbinectomies), the majority of patients undergoing turbinate surgery (including total turbinectomies) do not develop ENS (4, 7, 9, 11, 31).

However, some cases of ENS have been described after a more conservative procedure (turbinoplasty), in a much smaller proportion (4, 9). These cases correspond to the "ENS-type" case of the Houser classification (patients with a history of turbinate surgery without visualization of turbinate tissue loss, presenting ENS symptoms improved by the cotton test) (7-9).

The following are notably found in the cohorts reported in the literature:

- eight ENS cases occurred after radical inferior turbinectomy and 16 ENS cases after inferior turbinoplasty by microdebrider or coblation in the study by Kim et al. (35);
- ten ENS cases occurred after bilateral total inferior turbinectomy, 3 ENS cases after turbinoplasty and one case after reduction of turbinal volume by radiofrequency in the study by Bastier et al. (36);
- fifty-four ENS cases occurred after partial or total inferior turbinectomy in the study of Huang et al. (37);
- seventeen ENS cases occurred after partial or total inferior turbinectomy in Jang et al. (38) ;
- twenty-four ENS cases occurred after partial or total inferior turbinectomy in the study of Jiang et al. (39);
- fourteen ENS cases in Le Bon's study, occurring after inferior turbinectomy (partial or total) or inferior turbinoplasty (bipolar, monopolar, or radiofrequency cauterization) (40);
- thirty ENS cases occurring after inferior turbinectomy in Lee's study (41);
- twenty-seven cases of ENS in the study of Li et al. including 2 after total inferior turbinectomy and 25 after partial inferior turbinectomy or submucosal resection (16);
- thirty-four cases of ENS occurring after partial or total inferior turbinectomy in the study of Hong et al. (42);
- twenty-one cases of ENS occurring after subtotal inferior turbinectomy in the study of Konstantidinis et al. (17);
- twenty-two cases of ENS including 3 cases occurring after turbinoplasty (one submucosal resection and two radiofrequencies), 18 cases after inferior turbinectomy, and 1 case after inferior and middle turbinectomy in the study by Mangin et al. (32).

Hong et al. attempted to assess the influence of the remaining volume of the inferior turbinates on the symptomatology of ENS patients. They compared the volume of the inferior turbinates of 34 ENS patients as well as 10 healthy subjects and studied the possible correlations between the volume of the inferior turbinates and the SNOT-25 score. They did not find a clear correlation between the volume of the inferior turbinates and the

total SNOT-25 score, but a small turbinate volume was significantly correlated with certain specific items of the SNOT-25 score such as nasal dryness, thick rhinorrhea and facial pain (42).

2.2.2. Middle turbinectomy

ENS cases occurring after middle-turbinectomy are rarer than after inferior turbinectomy (9, 10).

The cohorts in the literature studying ENS occurring after middle-turbinectomy are fewer in number than those reporting cases occurring after inferior turbinectomy. These include:

- a series of 24 cases of ENS, including 14 after surgery on the inferior and middle turbinates and 3 after surgery on the middle turbinates only (43);
- twenty-seven cases of ENS after inferior turbinate surgery, including 7 with a history of associated middle turbinate surgery (16).

The occurrence of ENS after middle turbinectomy remains controversial (9, 10). Similar to inferior turbinectomies, the majority of middle turbinectomies do not result in ENS. In a 2014 literature review, Choby et al. analyzed the consequences of middle turbinectomies performed during endoscopic surgery for chronic rhinosinusitis. The authors did not find any adverse effects after middle turbinectomy compared with preservation of the middle turbinates, but this review is limited by the low level of evidence of the available studies (44). Tan et al. also studied the occurrence of ENS after middle turbinectomy in the management of chronic rhinosinusitis, in a prospective study involving 177 patients. All patients underwent endoscopic surgery for chronic rhinosinusitis resistant to optimal medical treatment. For 93 of them, the middle turbinates were partially resected, and for the other 84 patients, the middle turbinates were preserved. The decision to partially resect the middle turbinates was made when they were lateralized (by the polyps themselves or due to an anatomical cause or synechiae). Only the upper third of the middle turbinates was then preserved. No concomitant procedure was performed on the inferior turbinates. No difference was noted in the results of the postoperative ENS6Q scores between the two groups of patients ($p = 0.7791$). An improvement in the patients' symptoms was noted in both groups (measured by the ADSS score), without a statistically significant difference. The authors concluded that partial resection of the middle turbinates could be performed safely in endoscopic surgeries, particularly in cases of risk of lateralization of the middle turbinates (45). Similarly, Noel et al. found no cases of ENS after medial maxillectomy (with inferior turbinate resection) in a retrospective study of 8 patients (46). Law et al. followed 95 patients treated for chronic rhinosinusitis or inverted papillomas of the frontal sinus, who underwent endoscopic sinus surgery (Draf IIB or Draf III) associated with bilateral total middle turbinate surgery. Note that no surgery was performed on the inferior turbinates. In these patients, the postoperative ENS6Q SCORE was on average 2.1 ± 2.7 at the last postoperative follow-up consultation. 2.1% of patients had a postoperative ENS6Q ≥ 11, and 6.3% of patients had crusting at the last follow-up endoscopy. The authors state that none of the patients who had an ENS6Q score ≥ 11 had crusts on endoscopy. The authors also state that the two patients who had an ENS6Q score ≥ 11 postoperatively both had chronic rhinosinusitis with polyps and had undergone Draf III surgery

and explain their high ENS6Q score by the symptoms linked to their pathology and not to a ENS. For the authors, the occurrence of a ENS after middle turbinectomy is unlikely, at least during the first year postoperatively (47).

2.3. Contributing Factors

No contributing factors are currently known.

Manji et al. studied the impact of local climatic factors on the incidence and severity of ENS. Fifty-three ENS patients were included, distributed across 5 continents and in 15 countries. Participants completed questionnaires covering demographic, geographic, and symptomatological indicators. A correlation study was performed using the Pearson coefficient calculation. No significant association was found between ENS severity (assessed using the ENS6Q score) and the climatic parameters assessed (annual average: mean temperature, high and low temperatures, morning and evening relative humidity, dew point, days of precipitation, cumulative precipitation, and pollution indices). The authors weigh these results against a limitation of their study linked to the geographical distribution of the cohort studied (half of the patients residing in North America due to a questionnaire available only in English) (48).

3. Prevention

3.1. Compliance with surgical indications

Prevention is essential, as therapeutic options once ENS has developed remain limited to date. A comprehensive search for the presence of an allergy or other reversible factors leading to turbinate hypertrophy is necessary, possibly allowing for the initiation of appropriate medical treatment and postponing the need for inferior turbinate surgery (49). In patients with inferior turbinate hypertrophy in the context of allergic rhinitis, the American Academy of Ear, Nose, and Throat Surgery has issued a clinical practice recommendation stating that "turbinate volume reduction surgery should be offered to patients with allergic rhinitis who have nasal obstruction due to turbinate hypertrophy and who have failed medical treatment" (1).

According to Scheitauer, surgical reduction of the inferior turbinates should only be indicated after three months of conservative treatment without achieving either subjective or objective improvement (rhinomanometry, acoustic rhinometry). In cases of associated subacute or chronic rhinosinusitis, this period of conservative treatment should be extended to six months (2).

According to the 2001 American Rhinological Society Consensus Conference, subtotal or total middle turbinectomy may be indicated for patients with inversion of the middle turbinate, concha bullosa, or significant polyposis, including allergic fungal sinusitis (5). Simultaneous resection of both the middle and inferior turbinates should not be performed to treat a condition other than neoplasia (5).

3.2. Recommended techniques

All authors agree to abandon radical techniques in favor of conservative techniques.

According to recommendation no. 10 of the 2012 SFORL formalized consensus: "For functional purposes, it is not recommended to remove the entire inferior turbinate" (strong agreement) (6).

Similarly, Gill et al. recommend preserving at least 50% of the inferior turbinate volume in cases of turbinate surgery (12). Bergmark also agrees that radical inferior turbinectomies should not be performed for the treatment of nasal obstruction, due to a low but non-zero risk of developing ENS (1). According to Scheitauer, given the low efficacy of medical treatments for ENS, minimally invasive turbinate surgery, preserving the nasal mucosa, remains one of the most important principles of sinonasal surgery (2).

Kavin Kumar et al. conducted a randomized controlled trial comparing the efficacy of inferior turbinoplasty and partial inferior turbinectomy in 60 patients with chronic hypertrophic rhinitis. SNOT-22 scores and endoscopic appearance of the nasal cavity were assessed up to 6 months postoperatively. The authors observed a significant decrease in postoperative SNOT-22 score in both groups, with greater clinical improvement after turbinoplasty than after turbinectomy ($p < 0.001$). Greater morbidity was observed after partial turbinectomy than after turbinectomy (persistence of crusting and rhinorrhea in 13% of patients after partial turbinectomy, absent after turbinoplasty, at the 6-month postoperative assessment). Finally, the authors reported that persistent postoperative nasal obstruction

was observed more frequently after turbinectomy than after turbinoplasty, with statistical significance (50).

Sinno et al. conducted a systematic review of the literature on inferior turbinate surgery. Fifty-eight articles published between 1980 and 2015 were included. Regarding total turbinectomy, 7 studies were included, involving a total of 664 patients. Improvement in nasal obstruction was observed in 79% of patients. The most frequently reported complications were crusting (21%) and postnasal drip (19%). Regarding partial turbinectomy, 12 studies involving a total of 1,136 patients were included. Improvement or resolution of the sensation of nasal obstruction was noted in 71.3% of patients. The most common complications were crusting (20%) and rhinorrhea (11%). Regarding turbinoplasty, of all the techniques studied, electrocautery accounted for the highest percentage of patients with crusting and posterior rhinorrhea. The techniques with the fewest complications appeared to be cryotherapy, radiofrequency, and laser. Although partial turbinectomies, total turbinectomies, and laser provide lasting results, these techniques do not preserve mucosal functionality. Restoration of mucociliary clearance and mucosal secretory function has only been proven in the submucosal resection technique. Radiofrequency may also allow preservation of nasal function. In conclusion, the authors believe that optimal treatment for inferior turbinate hypertrophy should provide long-lasting results, preserve turbinate function, and have a low complication rate. Submucosal resection and radiofrequency appear to be the two techniques that best meet these criteria (51).

The effectiveness of inferior turbinoplasty techniques using microdebriders and radiofrequency was studied and compared in a meta-analysis by Acevedo et al. in 2012. There was no significant difference between the two techniques (52). Mirza et al. published a meta-analysis of randomized trials in 2020, also comparing these two techniques. The authors reported a significantly greater improvement in nasal obstruction after microdebriders than after radiofrequency (nasal obstruction assessed by a score of 0 to 10 on a visual analog scale at 3-6 months, 1 year, and 2 years). Rhinomanometry revealed no significant difference at 3-6 months, but a significant difference at 2 years in favor of the microdebrider. However, complications (bleeding) were more frequent in the microdebrider group than in the radiofrequency group. The authors concluded that the microdebrider had better long-term efficacy than radiofrequency, but with a higher complication rate (53).

Neri et al. conducted a prospective observational study on 13 patients to investigate whether mechanical damage to the nasal mucosa during microdebrider turbinoplasty was followed by anatomical and functional recovery. Bilateral inferior microdebrider turbinoplasty was performed (resection of the mucosa and corpora cavernosa, preserving the turbinal bone and periosteum, in the medial and inferior parts of the inferior turbinates), followed by nasal packing. The authors did not report the occurrence of crusting postoperatively (at 4 months). After visualizing differentiated respiratory mucosa under electron microscopy at 4 months postoperatively, the authors concluded that mucosal and submucosal resection preserving the periosteum led to structural and functional regeneration of the mucosa (54).

4. Diagnosis

The diagnosis of ENS is not universally accepted (6, 31).

The diagnosis is clinical, based on the symptoms expressed by patients and endoscopic examination of the nasal cavities (6, 31).

4.1. Clinical

4.1.1. Functional signs

Paradoxical nasal obstruction is the most characteristic symptom, with patients describing a sensation of nasal passages being non-permeable even though they appear largely permeable on endoscopy (7, 9, 11).

This sensation may be associated with a lack of sensation of airflow through the nose (7, 9, 11, 31).

ENS may, however, occur despite the absence of perceived nasal obstruction, particularly in cases secondary to middle turbinate resection (9).

There may be a wide range of associated symptoms (7, 11, 31), including the following:

- feeling of suffocation, dyspnea, hyperventilation;
- nasal pain;
- nasal and pharyngeal dryness, crusts;
- postnasal drip;
- hyposmia;
- anxiety, irritability, depression, difficulty concentrating, sleep disturbance, fatigue;
- hypersensitivity to cold air;
- headaches.

4.1.2. Clinical scores

SNOT-20

The SNOT-20 score is a clinical score validated in 2002 for assessing symptom severity and therapeutic efficacy in chronic rhinosinusitis (55).

This score was used in ENS by Houser in 2007 in a prospective observational study evaluating the efficacy of surgical rehabilitation using acellular dermis (8).

SNOT-22

Since its validation in 2009, the SNOT-22 score has been widely used in routine practice to assess the quality of life of patients suffering from chronic rhinosinusitis and to evaluate the effectiveness of therapeutic treatments (56).

The French translation of the SNOT-22 score has been validated (6).

Initially used in chronic rhinosinusitis, the SNOT-22 score has been used by some authors in the context of ENS, particularly in evaluating the effectiveness of surgical treatments (33, 40, 41, 57-59).

SNOT-25

The SNOT-25 score is a version of the SNOT-20 modified by Houser, with the addition of five specific items: dryness, difficulty with nasal breathing, suffocation, nose is too open, and nasal crusting (7).

The validity of this test was studied by Jiang et al. (39). The Cronbach's score was 0.9 ($p < 0.001$), suggesting good internal consistency. It appeared to have good test-retest reliability (correlation coefficient $r = 0.9$, $p < 0.01$). The authors concluded that the SNOT-25 could be used in daily clinical practice for the diagnosis of ENS and the assessment of rehabilitation surgery outcomes. The use of this score to aid in the diagnosis of ENS has also been proposed by other authors (31, 49).

Its French version has not yet been validated.

Other authors have also used the SNOT-25 score to assess the effectiveness of surgical rehabilitation treatments (37, 43, 60-62).

ENS6Q

The ENS6Q score is a diagnostic score specific to ENS. It includes six items: dryness, sense of diminished nasal airflow, suffocation, nose feels too open, nasal crusting, and nasal burning. This score has not been validated in French.

Velasquez et al. conducted a validation study of this score in the diagnosis of ENS. Fifteen ENS subjects were included, as well as 30 subjects with chronic rhinosinusitis without polyps and 30 healthy subjects with no history of sinonasal surgery. The ENS6Q and SNOT-22 questionnaires were administered to participants and repeated at 5-day intervals. Internal consistency was 0.93 (95% CI, 0.90-0.95) for the ENS6Q and 0.94 (95% CI, 0.94-0.96) for the SNOT-22. ENS6Q scores were significantly higher in ENS patients than in patients with chronic rhinosinusitis or healthy subjects. The ENS6Q was superior to the SNOT-22 in its ability to discriminate ENS patients from patients with chronic rhinosinusitis and healthy subjects, with an area under the curve of 0.97 (95% CI: 0.93-1.00) versus 0.67 (95% CI: 0.50-0.85) and 0.80 (95% CI: 0.65-0.94), respectively. A score greater than or equal to 11 out of 30 reliably predicts the presence of ENS, with a sensitivity of 86.7% and a specificity of 96.6% (63).

Several authors recommend the use of this score in the diagnosis of ENS (12, 64).

In many studies, an ENS6Q score ≥ 11 is defined as an inclusion criterion for patients with ENS (40, 57-59, 65-68).

Amanian et al. investigated the validity of the ENS6Q score in differentiating patients with ENS from patients with primary nasal obstruction (related to septal deviation and/or

inferior turbinate hypertrophy). Fifteen patients with ENS were compared to 30 patients with unilateral or bilateral nasal obstruction, related to a septal deviation and/or inferior turbinate hypertrophy, and with no history of sinonasal surgery. The total ENS6Q score was significantly higher in the ENS group, as were certain items such as dryness, lack of air sensation going through your nasal cavities, nose feels too open, nasal burning. There was no significant difference between the two groups regarding the items suffocation and nasal crusting. The authors particularly highlight the performance of the item nose feels too open, whose score was equal to 0 in the 30 patients who suffered from primary nasal obstruction. Unlike Velasquez et al. who established a threshold value of 10.5 to discriminate ENS patients from healthy subjects or those suffering from chronic rhinosinusitis, the authors suggest retaining a threshold value of 12 to better differentiate patients suffering from ENS from patients suffering from nasal obstruction linked to a septal and/or turbinal cause (69).

4.1.3. Physical examination

Endoscopic examination of the nasal cavities reveals patent nasal cavities. There are signs of turbinate surgery with totally or partially missing turbinate structures. The mucosa is often pale and dry. Crusting is frequently observed (7, 11, 31, 49).

4.1.4. Diagnostic tests

The cotton swab test is a simple diagnostic test recommended by many authors (4, 7, 8, 12, 31, 49, 64).

The validity of this test was studied by Thamboo et al. in a comparative study involving 15 patients with ENS (diagnosed based on a history of turbinate surgery and an ENS6Q score ≥ 11) and 18 control patients with non-ENS sinonasal disease and an ENS6Q score ≤ 10 (chronic rhinosinusitis, architectural nasal obstruction). A piece of cotton (approximately 1 cm wide by 2 cm long) was placed in place of the missing inferior turbinate structure (without local anesthesia). The ENS6Q score was recorded before, 10 minutes after, and 10 minutes after removal of the cotton swab. It should be noted that the cotton swab insertion and removal were performed "blindly," with simulated insertion and removal, and patients reporting a change in their nasal ventilation were excluded despite the absence of cotton swab insertion or removal to limit the placebo effect (no patients were excluded from the study in this context). The authors observed a significant improvement in the ENS6Q score in the ENS group with cotton swabs in place (+12.86 points on average), with no significant difference in the control group. A 7-point improvement in the ENS6Q score corresponds to the threshold calculated as clinically significant in the improvement of ENS symptoms (68).

The cotton swab test also has pre-therapeutic utility in cases of planned rehabilitation surgery (endonasal microplasty). According to Houser, it is even essential to perform a cotton swab test before implantation to determine the best size and positioning of the implant (8).

4.2. Further explorations

4.2.1. Rhinomanometry

Rhinomanometry is of no use in diagnosing ENS (31, 40).

It can objectify the absence of an obstacle by finding normal or even lowered values (8, 17, 31).

4.2.2. Place of imagery

According to Kuan et al., ENS is a diagnosis of exclusion, which should be based on a thorough patient history and endoscopic examination findings. Imaging can be useful in objectifying signs of previous turbinate surgery but is not essential for establishing the diagnosis (11).

Thamboo et al. sought to assess whether radiographic features could be useful in establishing the diagnosis of ENS. CT scans of ENS patients were compared with scans of patients with a history of turbinate surgery without ENS and with scans of healthy subjects, with numerous CT measurements taken. The authors suggested that ENS patients could be differentiated from patients with a history of turbinate surgery without ENS and healthy subjects based on the measurement of septal mucosal thickness at the mid (> 2.64 mm) and posterior (> 1.32 mm) portions of the nasal cavity (67). For Gill et al., this is an interesting tool, but the evidence is still insufficient to be routinely recommended in the diagnostic workup of ENS (70).

4.3. Impact

Manji et al. assessed the severity of mental health disorders and functional impairments in ENS in a study of 53 ENS patients. The scales used were the PHQ-9, GAD-7, ESS, WPAI, and EQ-5D-5L scores. The authors observed a high prevalence of anxiety and depressive disorders in ENS (68% moderate and/or severe depression and 66% moderate or severe anxiety disorders). The severity of empty nose symptoms was correlated with the severity of psychiatric disorders (66).

Huang et al. studied the association between SNOT-25 score items and the severity of anxiety-depressive disorders in 68 ENS patients, before and after surgical rehabilitation (by submucosal implantation of porous polyethylene), using BDI-II and BAI scores. They observed a strong association between ENS and anxiety-depressive disorders: 38.3% of moderate to severe depressions and 53% of moderate to severe anxiety disorders in this cohort. Anxiety and depression scores were correlated with sleep disorders and empty nose symptoms. For these authors, a SNOT-25 score > 60, and more specifically a sleep disorder item score > 18 and an empty nose item score > 14 are predictive of a moderate to severe depressive disorder. After rehabilitation surgery, the improvement in the depression score was correlated with the regression of sleep disorders and empty nose symptoms. The authors concluded that sleep disturbances and empty nose symptoms contributed to the anxiety and depressive disorders frequently found in ENS (71).

In a second similar study, Huang et al. then studied the association between SNOT-25 and ENS6Q scores and the severity of anxiety and depressive disorders in ENS, before and after surgical

rehabilitation, in a total of 74 ENS patients. The preoperative SNOT-25 score appears to correlate better with postoperative psychological status than the ENS6Q score. According to the authors, SNOT-25 scores >70 and >74 are predictive of the presence of anxiety and depressive disorders, respectively, postoperatively (72).

Kim et al. compared the degree of depression between 24 ENS patients and patients with other sinonasal pathologies (chronic rhinosinusitis with or without polyps, allergic rhinitis). Depression was observed in 71% of patients in the ENS group, with varying degrees of severity, significantly higher than in the other groups (19%, 15%, and 27%, respectively). There was no significant correlation between nasal cavity volume and BDI score in the ENS group (35). Similarly, Lamb et al. observed a higher prevalence of anxiety and depressive disorders in ENS subjects than in subjects with chronic rhinosinusitis. Somatization disorder was present in 53% of ENS patients, compared to only 14% of CRS/CR patients ($p < 0.0001$) (73).

Due to high rates of depression and anxiety in these patients, Gill et al. encourage clinicians to systematically assess psychiatric comorbidities in ENS subjects (using the PHQ9, PHQ2, and Beck's Depression Inventory scales) (12).

The prevalence of suicidal ideation in ENS patients has been studied in only one study. Of the 62 ENS patients included, 23 patients presented with suicidal ideation. The authors used item 9 of the BDI-II: 20 patients had a score of 1 (I sometimes think about killing myself, but I won't do it), 2 patients had a score of 2 (I would like to kill myself), and 1 patient had a score of 3 (I would kill myself if the opportunity presented itself). The authors also highlighted that the "nose feels too open" item of the preoperative ENS6Q score was significantly different between patients without suicidal ideation and those with suicidal ideation (74).

5. Care

5.1. Medical

5.1.1. Somatic

Medical treatment is essential and should always be initiated as a first-line treatment (6).

The modalities of this treatment lack consensus.

Various conservative treatments can be proposed, combining nasal irrigations (saline saline, sulfur derivatives), nasal moisturizing ointments, local or systemic antibiotics, aerosols, and topical corticosteroids (2, 12, 31).

Large-volume nasal irrigations are preferable to sprays due to better distribution over the mucosal surface of the nasal cavities. The use of a home humidifier may be beneficial (11).

However, these treatments appear to be less effective in ENS than in atrophic rhinitis (38).

The addition of menthol to topical treatments may be beneficial for the sensation of nasal obstruction (29).

Respiratory rehabilitation appears to be a useful therapeutic approach in ENS patients with associated hyperventilation syndrome (32).

5.1.2. Psychiatric

As indicated above, the prevalence of comorbid anxiety and depressive disorders in ENS is very high: 38% of patients had moderate to severe depression and 53% had moderate to severe anxiety disorders in the Huang et al. cohort (71), up to two-thirds of patients in the Manji et al. cohort (66), and 71% had depression of varying severity in the Kim et al. cohort (35).

Many authors therefore recommend systematic screening for anxiety and depressive disorders, allowing for the implementation, if necessary, of psychological and/or psychiatric treatment (12, 31, 64).

For Lee et al., anxiety and depressive symptoms in ENS could be improved by a single surgical treatment without cognitive therapy, or associated antidepressant or anxiolytic treatment. The symptoms of ENS patients with the worst preoperative BDI-II and BAI scores were reported to improve the most after surgical treatment (75).

Tian et al. observed that in patients with ENS-type (patients with a history of turbinoplasty, without identifiable turbinate loss) and presenting with somatization disorder, psychological management (cognitive behavioral therapy) combined with antidepressant treatment resulted in a reduction of disabling symptoms and an improvement in anxiety and depression (76).

5.2. Surgical

Surgical treatment should only be considered after failure of maximal medical treatment (11, 64).

Houser recommends waiting one year after causal turbinate surgery before attempting surgical repair (8), 6 to 12 months for Talmadge (64).

5.2.1. Implants (endonasal microplasty)

The principle of nasal cavity repair surgery is to reduce the volume of the nasal cavities in order to increase nasal resistance to airflow, increase air humidification (8), improve nasal cavities vascularization (77) and promote nasal mucosa regeneration (60).

5.2.1.1. Positioning

The different implants used are placed in the submucosal position:

- subperichondral and subperiosteal for implants positioned at the nasal septum opposite the missing turbinate structure (8, 43, 58, 62, 77);
- subperiosteal for implants placed at the intersinusonasal septum (8, 36-38, 41, 43, 77) or at the floor of the nasal cavities (8, 37, 41, 43, 58, 75, 77);
- under the mucosa of the remaining inferior turbinate (8).

There are techniques described under general anesthesia or local anesthesia according to the authors cited above.

Many authors systematically perform a preoperative cotton swab test, which serves two purposes: to verify that the patient will benefit from surgery (11) and to determine the best positioning and the appropriate volume to implant (4, 8).

5.2.1.2. Injectable materials

Carboxymethylcellulose/Glycerin Gel

The use of this material was studied in 14 patients with a history of turbinate surgery with clinically documented loss of substance, ENS6Q score > 11, and a positive cotton swab test. After multiple injections into the anterior nasal floor and intersinuso-nasal septum, the authors observed an improvement in the ENS6Q, SNOT-22, GAD-7, and PHQ-9 clinical scores at one week and one month postoperatively. However, this effect was no longer observed at three months postoperatively due to rapid resorption of the material. The authors consider its easy use under local anesthesia in an outpatient procedure to be beneficial for rapidly improving patient symptoms while awaiting more permanent implant surgery (57).

5.2.1.3. Implantable materials

Porous polyethylene

Its use has been studied by several authors (33, 37, 39, 58, 75, 77).

Fu et al. studied the submucosal placement of porous polyethylene in 19 patients with ENS, compared with 12 patients with chronic hypertrophic rhinitis (CHR) undergoing turbinoplasty. Preoperatively, SNOT-22 scores were similar in both groups, and BDI-II and BAI scores were significantly higher in ENS. Postoperatively, the authors observed a significant decrease in postoperative SNOT-22 scores in ENS and CHR patients as early as 3 months postoperatively, and a significant decrease in postoperative BDI-II and BAI scores in ENS patients as early as 3 months postoperatively (33).

Huang et al. also studied this type of implant, positioned submucosally on the intersinusonasal septum or the floor of the nasal cavity in 54 patients with ENS. The authors observed a significant decrease in SNOT-25, BDI-UU, and BAI scores at 3, 6, and 12 months postoperatively. The authors believe that the anxiety and depression status of ENS patients is the most important predictor of rehabilitation surgery outcomes and may predict the persistence of symptoms after surgery. BDI-II scores > 28.5 and BAI scores > 20.5 may predict the persistence of symptoms after rehabilitation surgery. Appropriate preoperative psychological support may optimize surgical outcomes (37).

Jiang et al. studied the use of porous polyethylene in 19 ENS patients with a history of partial or total turbinectomy. The implant was positioned submucosally on the intersinusonasal septum under the remaining inferior turbinate, and for some more severely affected patients, also on the floor of the nasal cavity and on the septum opposite the missing inferior turbinate. The authors did not observe any implant displacement or resorption, nor any inflammatory or allergic reaction. Partial extrusion was observed. All patients experienced clinical improvement, with less dyspnea, dryness, and crusting. All patients had an increase in nasal resistance after surgery. The SNOT-20 score was significantly improved at 3 and 6 months postoperatively, and not significantly at 1 year postoperatively. The authors believe that porous polyethylene is superior to other synthetic materials or cartilage, with a reduced risk of migration and infection, potential for neovascularization, and the availability of suitable prefabricated shapes (77).

Lee et al. conducted two studies on this topic. In 2016, they studied the impact of surgical rehabilitation of the ENS on anxiety and depression scores. Twenty ENS patients were included. Porous polyethylene implants or autologous bone grafts (harvested from the bony septum) were positioned submucosally in the floor of the nasal cavity. They observed a significant decrease in BDI-II and BAI scores postoperatively. For the authors, the symptoms of ENS patients with the worst preoperative BDI-II and BAI scores would be the most improved after surgical treatment. (75). In 2018, Lee et al. compared the implantation sites of porous polyethylene in 30 ENS subjects, the implant being positioned submucosally in the floor of the nasal cavity for 14 patients and in the intersinusonasal septum for 16 patients. They observed a significant decrease in the total SNOT-22 score postoperatively in both groups, with no difference between the two groups. Regarding rhinologic symptoms and sleep, the improvement was more notable in the intersinuso-nasal septum implant group than in the nasal floor implant group. BDI-II and BAI scores were significantly decreased postoperatively in both groups, with no difference between the two groups (41).

Tam et al. studied the use of porous polyethylene implanted submucosally in the nasal floor +/- on the septum in 18 patients with ENS. The SNOT-22 score was significantly decreased at 3 months and 12 months postoperatively. The authors reported two complications: one patient developed chronic hypertrophic rhinitis four years after implantation requiring

long-term nasal corticosteroid therapy and one patient who experienced implant extrusion 6 months postoperatively, requiring partial transection and removal under local anesthesia (58).

Non-porous beta-tricalcium phosphate

A study investigated the use of this material in 14 patients who developed ENS after bilateral total inferior turbinectomy or turbinoplasty. The implants were positioned submucosally along the intersinusonasal septum. The authors noted a statistically significant improvement in NOSE and RhinoQol scores postoperatively. No complications related to the lacrimal duct were observed (36).

Acellular dermis

Houser studied the use of this material in 8 ENS patients. Implant positioning depended on findings regarding missing turbinate structures (nasal septum, nasal floor, inferior turbinate remnant). He observed a significant decrease in the SNOT-20 score postoperatively. Two patients experienced minor implant exposure within the first two weeks, but healing subsequently occurred without sequelae or infection (8).

Saafan conducted a prospective, randomized study comparing the use of acellular dermis and silicone in 24 ENS patients. The implants were positioned submucosally on the septum, the floor of the nasal cavity, and the intersinuso-nasal septum. The SNOT-25 score improved significantly in both groups, with no significant difference between the two groups. Complications were observed, namely four silicone extrusions. Three minor exposures of acellular dermis within the first two weeks postoperatively healed without complications. The author concluded that silicone and acellular dermis were equally effective (43).

Thamboo et al. studied the use of acellular dermis and isolated porcine small intestinal extracellular matrix (SIS) in 10 ENS patients. The authors observed a significant reduction in ENS6Q, PHQ-9, GAD-7, and SNOT-22 scores at 3 and 6 months postoperatively. However, the authors emphasize the need for longer-term follow-up, particularly to study graft resorption over time (59).

Cartilage (septum, concha, rib)

The use of cartilage for endonasal microplasties was investigated by Jang et al. in a study of 17 ENS patients. Grafts could be septal cartilage, concha cartilage if septal cartilage harvesting was impossible (previous septoplasty), or autologous or even homologous rib cartilage (38). Nine out of 12 patients were satisfied with the surgical results, with a statistically significant improvement in symptoms reported before surgery (excessive airflow, nasal obstruction, nasal or facial pain, rhinorrhea, headaches). Undercorrection was observed in three patients, two of whom underwent a second procedure with the addition of contralateral conchal cartilage (38).

Jung et al. conducted a study of 31 ENS patients, including 17 patients who underwent surgery with a conchal cartilage implant and 14 patients with septal cartilage. The implant was positioned subperiosteally adjacent to the intersinusonasal septum. Conchal cartilage was used for small-volume defects, and rib cartilage for large-volume defects, based on the surgeon's preoperative assessment. During the study, the use of costal cartilage

increased in response to the observation of better results using this material. The authors reported a statistically significant improvement in the SNOT-25 score in both groups, with a significantly greater improvement in the costal cartilage group than in the conchal cartilage group. The authors did not report any complications (60).

Cadavers harvested costal cartilage was used in a study of 5 ENS patients, positioned opposite the intersinusonasal septum. Computational Fluid Dynamics (CFD) models of airflow were performed pre- and postoperatively. The authors observed that surgical rehabilitation allowed for modification of nasal ventilation parameters by decreasing airflow in the middle passages and increasing airflow in the lower passages, in a manner correlated with the improvement in patient symptoms (78). The same material was used in 17 ENS patients, also implanted adjacent to the intersinusonasal septum. The authors observed a significant reduction in ENS6Q, SNOT-22, GAD-7, and PHQ-9 scores up to one year postoperatively. The authors emphasize that cadaveric costal cartilage grafts avoid the morbidity associated with autologous harvesting, particularly the risk of pneumothorax (79).

Ushio et al. used conchal cartilage implanted in the nasal floor of 6 ENS patients and observed an improvement in symptoms (significant reduction in SNOT-20, SNOT-25, and ENS6Q scores) and an increase in nasal resistance postoperatively (80).

Bone (bony septum)

A study by Lee et al. investigated the implantation of autologous bone grafts (harvested from the bony septum) or porous polyethylene. BDI-II and BAI scores were significantly improved postoperatively (75).

Silicone

Saafan conducted a prospective, randomized study comparing the use of acellular dermis and silicone in 24 ENS patients (see above) (43).

SIS (*Small Intestinal Submucosa*)

Velasquez studied the use of isolated porcine intestinal extracellular matrix (SIS) in 3 ENS patients, implanted submucosally over the missing inferior turbinate. The SNOT-25 score improved up to 12 weeks postoperatively, with no observed complications, but the authors weigh these results in light of the limitations associated with the small number of subjects and the lack of long-term follow-up (62).

Thamboo et al. studied the use of extracellular matrix isolated from the pig intestine (SIS, Small Intestine Submucosa) and acellular dermis in 10 ENS patients (see above) (59).

5.2.2. Injections

Carboxyméthylcellulose/glycerin gel

Fourteen patients underwent multiple injections of CMC/glycerin gel into the anterior nasal floor and intersinus-nasal septum, depending on tissue loss and the results of the cotton swab test. Between 0.4 and 0.8 mL were injected in 4 or 5 injections per side. ENS6Q, SNOT-22, GAD-7, and PHQ-9 scores were reduced at one week and one month postoperatively, but the effect was not maintained at three months postoperatively. No complications were observed. The authors consider CMC/glycerin gel to be an attractive choice for temporary implants due to its resorption after 2 to 3 months and its good tolerance, with limitations related to the resorbable nature of the product. Its easy use under local anesthesia in an outpatient procedure is beneficial for rapidly improving patient symptoms while awaiting more permanent implantation surgery (57).

Autologous Stromal Vascular Fraction (SVF)

Kim et al. studied the injection of autologous stromal vascular fraction (SVF) obtained by harvesting abdominal fat, injected into the medial portion of the two inferior turbinates in ENS patients after partial turbinectomy. Patients with a history of radical total turbinectomy were excluded as they were considered better candidates for costal cartilage reconstruction. Only 2 of 9 patients felt improved after the procedure, and the SNOT-25 score was not significantly different from the preoperative score. Nevertheless, at 6 months post-injection, IL-1β and IL-8 concentrations were significantly reduced, indicating a decrease in the level of mucosal inflammation after injection ($p < 0.005$). The authors hypothesized that multiple injections may be necessary to observe clinical efficacy (61).

Hyaluronic Acid

Three ENS patients underwent hyaluronic acid injections into the inferior turbinates and the anteroinferior part of the nasal septum. Initially, the patients experienced subjective improvement, with an improvement in the acoustic rhinometry score up to 6 months. At 12 months, only one patient experienced persistent effects of surgery. The authors did not observe any inflammation, allergic reactions, extrusion, or material displacement (81).

Adipose Stem Cells

Xu et al. studied the use of adipose stem cells obtained after abdominal fat harvesting and injected into the medial part of the two inferior turbinates of 30 ENS patients. They observed an improvement in symptoms in 28 patients (better hydration of the nasal mucosa, reduction in nasal pain and obstruction during inspiration, improvement in sleep quality). In 2 patients, the improvement was less significant, with only a reduction in dryness of the nasal cavities. At endoscopy at 3 months, the authors noted a reduction in secretions and crusting. Saccharin clearance was improved at 3 months and 6 months, with a non-significant difference at 9 months. The authors also observed a decrease in inflammation of the nasal mucosa (alignment of collagen fibers, increase in proteins produced by goblet cells, presence of epithelial markers such as cytokeratins 7, 14 and 19). For the authors, the injection of adipose stem cells could induce epithelial cells to improve the function of the nasal mucosa in the ENS (82).

5.2.3. Other

For Kuan et al., complete closure of the nostrils could be considered in the most severe and refractory cases (11).

5.2.4. Evaluation of efficacy

While these techniques appear promising, the level of evidence for their efficacy remains low, and larger studies with control groups investigating long-term efficacy and safety are needed (12).

In a meta-analysis of six studies, involving a total of 122 patients, Ma et al. found a significant improvement in the SNOT score of 23.16 points on average postoperatively (95% CI 21.06-31.21, $p < 0.00001$). The authors also found a significant difference between the autologous and non-autologous implant groups in terms of SNOT score improvement, with non-autologous implants demonstrating greater efficacy ($p < 0.05$) (83).

Tableau 1. Revues narratives et points de vue

Auteur, Année, Référence	Type de revue	Niveau de preuve	Définition	Prévalence/Incidence	Diagnostic	Hypothèses physiopathologiques	Facteurs associés	Traitement
Chhabra, 2009 (7)	Revue narrative	4	La perte de substance turbinale associée à des symptômes de rhinite atrophique a été dénommée à tort « nez vide » dans la littérature, mais ces deux pathologies sont des entités distinctes. SNV et rhinite atrophique ont des symptômes communs. La perte de substance turbinale dans la rhinite atrophique primaire reflète la pathologie sous-jacente. En revanche, le SNV est une affection iatrogène. Une rhinite atrophique peut	Peu de patients développent un SNV après turbinectomie, mais cette complication invalidante requiert son diagnostic par l'ORL. Les patients présentant un SNV le développent la plupart du temps après une résection turbinale inférieure. Un SNV peut survenir de plusieurs mois à plusieurs années après la chirurgie.	La plainte principale des patients est une obstruction nasale paradoxale, avec, à l'examen, des fosses nasales largement perméables. Cette sensation peut être couplée à l'absence de sensation de passage d'air dans le nez. Une dyspnée peut être ressentie, pouvant entraîner une hyperventilation. Il peut en résulter des difficultés de concentration, une fatigue, une irritabilité, une anxiété et une dépression. Des croûtes et des douleurs peuvent être présentes.	La raison pour laquelle certains patients développeront un SNV ou non n'est pas connue. Une hypothèse est la faible régénération nerveuse après la résection tissulaire. Une autre hypothèse est que l'anatomie propre à chaque patient entraîne des différences en termes de répartition du flux d'air nasal après turbinectomie. Une		Le test au coton est utile pour prendre une décision chirurgicale, en déterminant les dimensions et la localisation idéale d'un implant potentiel. Les patients qui ressentent une amélioration subjective de leurs symptômes 20 à 30 minutes après mise en place du coton peuvent se voir proposer la mise en place d'un implant sous-muqueux.

			survenir après une turbinectomie, mais peut également être secondaire à un traumatisme, une pathologie infectieuse ou auto-immune.	Dans tous les cas de SNV, les patients ont un antécédent de chirurgie turbinale. Le SNV semble le plus souvent associé à une chirurgie turbinale extensive. Les auteurs estiment qu'environ 20 % des patients développeront un SNV après résection turbinale, et qu'une proportion plus importante de patients souffrira au minimum d'une sécheresse nasale.	La sécheresse nasale est une plainte constante et est objectivée à l'examen des fosses nasales. Les auteurs recommandent de baser le diagnostic de SNV sur la combinaison des symptômes les plus fréquents : obstruction nasale paradoxale, dyspnée, sécheresse nasale et pharyngée, hyposmie, dépression. Le score SNOT-25 (score SNOT-20 modifié par Houser avec ajout de 5 items spécifiques) peut aider au diagnostic du SNV. L'endoscopie des fosses nasales retrouve une muqueuse pâle et sèche, parfois croûteuse, et il existe un manque de tissu turbinal. Une amélioration de	perte de tissu turbinal entraînerait des turbulences et une moins bonne sensation de passage d'air. Une perte de la fonction d'humidification et de réchauffement entraînerait des croûtes, altérant la sensation de passage d'air. De faibles résistances nasales entraînent une altération de la fonction pulmonaire, puisque les résistances nasales sont essentielles à la fonction pulmonaire (ouverture des		

				la symptomatologie ressentie 20 à 30 minutes après positionnement d'un coton humide dans la zone de résection chirurgicale doit être utilisée pour poser le diagnostic de SNV.	bronchioles périphériques et optimisation de la ventilation alvéolaire).		

Coste, 2012 (31)	Revue narrative	4	Le SNV est une complication pouvant survenir plusieurs mois ou années après une turbinectomie. Il est à distinguer de la rhinite atrophique, qui est une atteinte primitive des structures naso-sinusiennes d'étiologie inconnue.	L'incidence est inconnue en raison de l'absence d'étude spécifique. Pour Chhabra et Houser, le risque de survenue d'un SNV est estimé à 20 % dans les suites d'une turbinectomie. Risque majeur en cas de chirurgie radicale (turbinectomie totale ou subtotale) Cas de SNV rapportés plus rarement en cas de résections partielles, surtout en cas de turbinectomie partielle impliquant la tête	Absence de consensus Diagnostic clinique : 1. Interrogatoire retrouvant un large cortège symptomatique : - obstruction nasale ; - sensation de suffocation, dyspnée ; - douleurs nasales ; - sécheresse nasale et pharyngée, croûtes ; - anxiété, irritabilité, dépression, difficultés de concentration, trouble du sommeil ; - perte de la sensation de passage de l'air dans le nez ; - hypersensibilité à l'air froid ; - céphalées. 2. Retentissement sur la qualité de vie. 3. Test au coton : amélioration ressentie 20 à 30 minutes après avoir placé un coton humidifié dans	Perte des fonctions physiologiques nasales (humidification, réchauffement, purification de l'air inspiré). Modification de la distribution du flux nasal (accélération et augmentation du débit dans le couloir inférieur). Altération des fonctions pulmonaires (perte de la résistance nasale entraînant une limitation du volume pulmonaire et de l'oxygénation artérielle).	Association fréquente avec des troubles psychiatriques et des désordres psychosomatiques (fibromyalgie, colopathie fonctionnelle).	Prévention : favoriser une chirurgie conservative (turbinoplastie, turbinectomie partielle conservant au moins 50 % du volume turbinal). Traitement médical Lavages, huiles, antibiothérapie locale ou générale, aérosols, rhinocorticoïdes, avec une efficacité moindre que dans la rhinite atrophique. Le menthol pourrait avoir une efficacité sur la sensation d'obstruction nasale. Support psychologique. Traitement chirurgical

				du cornet inférieur. Cas encore plus rares de SNV après turbinectomie moyenne.	la cavité nasale au niveau de la perte de substance. 4. Endoscopie nasale retrouvant une large perméabilité des fosses nasales avec structures turbinales manquantes ou largement amputées. La rhinomanométrie confirme l'absence d'obstruction nasale, retrouvant des résistances normales ou faibles. Des questionnaires standardisés tels que le SNOT-20 ou le SNOT-25 sont utiles au diagnostic et à la décision thérapeutique.			Implants sous-muqueux positionnés sur le septum, au plancher de la fosse nasale ou sur la cloison inter-sinuso-nasale.

Gill, 2019 (12)	Revue narrative	4	Trouble clinique caractérisé par une obstruction paradoxale malgré une vacuité objective des fosses nasales.	Si de nombreux auteurs ont démontré une association entre résection turbinale et obstruction paradoxale, d'autres auteurs n'ont documenté aucun cas d'obstruction nasale après turbinectomie inférieure totale. Néanmoins, dans ces études, jusqu'à 6 % des patients n'avaient aucune amélioration de leur ventilation nasale malgré un volume turbinal réduit. Il n'existe pas de preuve	Obstruction nasale paradoxale malgré une vacuité des fosses nasales. Dyspnée, sécheresse nasale, sensation de brûlure nasale, sensation de suffocation, conduisant à une altération de la qualité de vie. Deux outils peuvent aider au diagnostic du SNV : - le score ENS6Q ; - le test au coton. Ces deux nouveaux outils manquent encore de niveau de preuve et leur utilisation doit donc être prudente, en sus de l'interrogatoire et de l'examen physique.	La physiopathologie du SNV reste controversée, probablement multifactorielle. Le SNV peut être différencié de la rhinite atrophique par l'absence d'infiltrat inflammatoire à l'histologie. La baisse des résistances nasales augmente le volume d'air inspiré. Les interactions entre la muqueuse et l'air inspiré sont altérées, conduisant à une humidification et un réchauffement insuffisant de l'air	En raison d'un taux élevé de trouble anxio-dépressif associé aux pathologies naso-sinusiennes, les praticiens sont encouragés à évaluer l'état psychologique des patients SNV et souffrant de rhinosinusite chronique, à l'aide notamment d'échelles (PHQ9, PHQ2, BDI).	Les auteurs recommandent de préserver au minimum 50 % du volume des cornets inférieurs lors de toute procédure chirurgicale endoscopique. Différents traitements conservateurs peuvent être proposés, associant des lavages de nez (sérum salé), des topiques hydratants, l'usage d'humidificateur. Une antibiothérapie et des corticoïdes locaux peuvent être utilisés. Une augmentation du volume turbinal par un implant semble prometteuse

				suffisante pour démontrer que la turbinectomie moyenne augmente le risque de survenue d'un SNV.		inspiré. Une dysfonction trigéminale pourrait être responsable de la sensation d'obstruction nasale. Le dysfonctionnement du refroidissement de la muqueuse par l'air inspiré active les mêmes aires cérébrales que lors de l'inhalation de CO_2. Une diminution des résistances nasales est suspectée d'entraîner un dysfonctionnement dans le recrutement alvéolaire.		mais ne dispose pas encore d'un niveau de preuve élevé.

						Cela pourrait conduire à un syndrome d'hyperventilation, qui peut être associé au SNV chez jusqu'à 77 % des patients.		

Houser, 2006 (9)	Point de vue	4	Les patients SNV peuvent être classés en 4 groupes selon la résection de tissu turbinal : - ENS-IT : amputation partielle ou totale des cornets inférieurs ; - ENS-MT : amputation partielle ou totale des cornets moyens ; - ENS-Both : cornets inférieurs et moyens ont été totalement ou partiellement réséqués ; - ENS-type : il n'est pas visualisé de perte de tissu turbinal, mais les patients présentent une symptomatologie de SNV, ont un antécédent de chirurgie turbinale, et leur symptomatologie s'améliore avec le test au coton.	Certains patients ne développeront pas de SNV après une amputation turbinale totale, alors que d'autres développeront un SNV après une résection partielle. Le SNV peut apparaître de plusieurs mois à plusieurs années après une chirurgie turbinale, possiblement en raison d'une atrophie ultérieure.	Le symptôme le plus notable est l'obstruction nasale paradoxale : le patient décrit une sensation de dysperméabilité des fosses nasales alors qu'en endoscopie les fosses nasales paraissent largement perméables. Les patients ENS-MT rapportent souvent une douleur associée à la respiration nasale. Ils décrivent une obstruction nasale modérée et quelques croûtes. Les patients ENS-Both ressentent le plus de gêne.			Des implants sous-muqueux permettent de reconstruire les cornets manquants.

Kuan, 2015 (11)	Revue narrative	4	Le terme « syndrome du nez vide » (SNV) a été décrit pour la première fois en 1994 par Kern et Stenkvist. C'est une affection rare survenant des années après une chirurgie naso-sinusienne, principalement une chirurgie turbinale. Bien qu'il s'agisse d'une complication redoutée, cette affection fait toujours débat en ce qui concerne sa définition et son diagnostic. Les termes « rhinite atrophique » et « SNV » sont souvent utilisés indifféremment l'un de l'autre. Moore et Kern furent les premiers à décrire la survenue de rhinite atrophique	Un SNV se produit en général des années après turbinectomie inférieure et/ou moyenne. Néanmoins, la majorité des patients qui bénéficient d'une chirurgie turbinale, y compris une turbinectomie totale, ne développent pas de SNV. Trois études totalisant 1 700 patients ayant eu des turbinectomies inférieures totales n'ont rapporté aucun cas de survenue de SNV, avec un suivi allant jusqu'à 15	Il n'existe aucun signe clinique objectif caractéristique du SNV. En endoscopie, les cornets inférieurs et/ou moyens peuvent être manquants ou diminués de volume, les fosses nasales étant alors largement perméables. La muqueuse est pâle et sèche. Des croûtes et des sécrétions muco-purulentes peuvent être présentes. Les symptômes sont habituellement la présence excessive de croûtes nasales, une obstruction nasale paradoxale, une mauvaise odeur émanant de la cavité nasale. D'autres symptômes peuvent être associés, tels que des douleurs faciales,	Changement anatomique conduisant à une altération de l'environnement local (température et humidité). Altération de la fonction de refroissement de la muqueuse. Dysfonction des mécanismes neurosensoriels.		Le traitement médical du SNV s'apparente à celui de la rhinite atrophique, mais il demeure moins efficace que dans cette dernière. Cela comprend une hydratation de la muqueuse nasale par du sérum salé ou des huiles, des apports hydriques quotidiens suffisants, et une fermeture périodique des narines. L'utilisation de lavages à grand volume est préférable à l'utilisation de sprays en raison d'une meilleure diffusion à l'ensemble de la

			secondaire possiblement secondaire à la chirurgie. Une rhinite atrophique secondaire peut entraîner un SNV, mais une rhinite atrophique peut survenir sans SNV (rhinite atrophique primaire).	ans. De façon identique, aucun cas de SNV n'était décrit après turbinectomie moyenne sur plus de 1 000 patients. D'autres auteurs estiment l'incidence du SNV à 20 % après chirurgie turbinale inférieure, mais aucune étude à grande échelle n'a été conduite pour estimer l'incidence du SNV après chirurgie turbinale.	des céphalées, une sécheresse muqueuse, une dyspnée, des épistaxis, une anosmie, des troubles du sommeil, une rhinorrhée mucopurulente. La sensation de ne pas sentir l'air passer n'est pas soulagée par la respiration buccale et a souvent un impact négatif sur le bien-être psychologique, avec des manifestations telles que l'anxiété, la dépression, la colère, la frustration, l'irritabilité, la fatigue. Le SNV est un diagnostic d'exclusion, et devrait être basé sur les antécédents du patient et l'aspect endoscopique. L'imagerie peut retrouver les stigmates de chirurgie turbinale mais n'est pas			surface muqueuse. L'utilisation d'un humidificateur à domicile pourrait être bénéfique. Une prise en charge psychologique peut être nécessaire. Un traitement médical maximal doit être fait avant d'envisager un traitement chirurgical. Houser recommande d'attendre un an après la chirurgie turbinale causale avant de tenter une réparation chirurgicale. Un test au coton doit être réalisé au préalable pour déterminer si le patient retirera

				indispensable au diagnostic.			un bénéfice de la chirurgie. Différents matériaux peuvent être utilisés. Les implants sont positionnés dans le plan sous-périchondral du septum ou du plancher de la fosse nasale, ou sur la cloison inter-sinuso-nasale. La chirurgie semble améliorer significativement la qualité de vie des patients avec un faible taux de complications. Une fermeture complète des narines pourrait être envisagée dans les cas les plus sévères et réfractaires.

Payne, 2009 (10)	Point de vue	4	Le SNV ne devrait pas être considéré comme une forme secondaire de rhinite atrophique mais défini comme l'existence d'une symptomatologie complexe incluant, au minimum, la sensation d'obstruction nasale paradoxale, associée à une résection turbinale, complète ou partielle. L'apparition d'un SNV dans les suites d'une turbinectomie reste un sujet controversé.	Discordance selon les études : - 89 % de croûtes après turbinectomie inférieure totale dans une série ; - *a contrario*, absence de survenue de rhinite atrophique après turbinectomie inférieure totale ou subtotale dans trois séries de 351, 1 156 et 186 patients respectivement, avec suivi à long terme allant jusqu'à 10-15 ans. Le SNV survenant après turbinectomie moyenne est encore plus	Obstruction nasale paradoxale, troubles de concentration, asthénie chronique, frustration, irritabilité, anxiété, dépression.	Modification du schéma de ventilation nasale après turbinectomie : augmentation des turbulences de l'air, ou au contraire colonne d'air plus laminaire entraînant une diminution du contact avec la muqueuse nasale. Les patients avec rhinite allergique ou rhinosinusite chronique pourraient être moins susceptibles de développer certains symptômes du fait de la persistance d'une hypertrophie de la	Il est troublant d'observer un niveau significatif de troubles psychologiques associés au SNV. En ce sens, le SNV pourrait être rapproché d'autres pathologies où un lien est observé entre la détresse psychologique et la tolérance de la maladie, comme les acouphènes. Certains patients pourraient souffrir de troubles neuropathiques avant même la chirurgie, qui seraient simplement	Traitements conservateurs : lavages de nez, application d'huiles, voire antibiothérapie prolongée en cas de croûtes importantes. Néanmoins, même si le traitement peut s'avérer efficace, il permet simplement de soulager les symptômes mais il ne s'agit pas d'une solution permanente.

				controversé que le SNV après turbinectomie inférieure ; plusieurs séries ne relevant aucun cas de rhinite atrophique après turbinectomie moyenne.		muqueuse nasale restante, même après résection turbinale.	exacerbés par la manipulation des cornets. Un traitement par Amitriptyline ou Gabapentine pourrait être avantageux surtout chez les patients dont les symptômes sont plus caractérisés par la douleur que par l'obstruction nasale. Ces patients pourraient également bénéficier d'un blocage du ganglion sphéno-palatin, comme dans les cas de névralgies de Sluder.	

Scheithauer, 2010 **(2)**	Point de vue	4	Le terme « syndrome du nez vide » (SNV) a été employé pour la première fois en 1994 par Kern et Stenkvist pour décrire les zones de vacuité chirurgicale dans la région des cornets inférieurs et moyens sur des scanners de patients ayant été opérés de turbinectomies inférieures ou moyennes. Ces patients semblaient souffrir plus fréquemment de sécheresse et de croûtes nasales. Malgré un aspect de vacuité endonasale, ces patients se plaignaient au contraire d'une sensation d'obstruction nasale, dite alors « paradoxale ».	La prévalence n'est pas connue en Allemagne, du fait d'une symptomatologie variée et non consensuelle et du fait que le diagnostic ne peut souvent pas être affirmé de façon certaine. Le SNV survient après résection d'un ou de plusieurs cornets.	Le symptôme majeur est l'obstruction nasale paradoxale, souvent accompagnée de difficultés respiratoires mal étiquetées. Des symptômes présents dans la rhinite atrophique primaire tels que des sinusites récurrentes, des épistaxis, une anosmie, des perforations septales, des douleurs faciales, peuvent également être observés dans le SNV.	Diminution du taux d'humidité de l'air inspiré. Vitesse augmentée et température diminuée de l'air inspiré. Baisse des résistances nasales et air moins réchauffé entraîneraient un dysfonctionnement du réflexe naso-pulmonaire de bronchoconstriction, pouvant altérer la fonction pulmonaire. Apparition de vortex dans l'air inspiré. Turbulences de l'air inspiré. Chute brutale du gradient de pression entre		Un traitement conservateur est proposé, comprenant des instillations, des pommades, voire une antibiothérapie au long cours en cas de croûtes importantes. Ces thérapeutiques permettent de soulager les symptômes mais ne constituent pas une solution permanente au problème. Du fait de traitements peu satisfaisants, une chirurgie minimale invasive des cornets, préservant la muqueuse nasale, reste l'un des principes les plus importants

			Le SNV est défini comme une rhinite atrophique secondaire de cause iatrogénique.			les parties antérieure et postérieure des fosses nasales.		de la chirurgie naso-sinusienne. Une réduction chirurgicale des cornets inférieurs ne devrait être indiquée qu'après trois mois de traitement conservateur sans obtenir d'amélioration subjective ni objective (rhinomanométrie, rhinométrie acoustique). En cas de rhinosinusite subaiguë ou chronique associée, cette période de traitement conservateur devrait être étendue à six mois.

Shah, 2016 (49)	Revue narrative	4	Pathologie comprenant des symptômes secondaires à une amputation iatrogénique des structures endonasales, avec fréquemment des stigmates radiologiques de l'amputation de ces structures.	Survenant plusieurs mois à années chez quelques patients après résection des cornets.	Obstruction nasale paradoxale, sécheresse et croûtes. Douleurs faciales dans le SNV survenant après turbinectomie moyenne. Muqueuse nasale pâle, sèche, présence de croûtes. Structures turbinales manquantes. Intérêt des explorations fonctionnelles respiratoires pour exclure la présence d'un asthme associé en cas de dyspnée ou sensation de suffocation. Intérêt du test au coton. La résolution des symptômes renforce le diagnostic clinique. Utilisation du score	Altération de la physiologie nasale (perte de tissu entraînant une diminution de la clairance mucociliaire, altération des fonctions de rafraîchissement et d'humidification de la muqueuse nasale, altération neurosensorielle). Baisse des résistances nasales entraînant une mauvaise ouverture des bronchioles périphériques et une altération de la ventilation alvéolaire.	Association fréquente à des troubles psychosomatiques. Intérêt de l'utilisation des scores BAI et BDI-II.	La prévention est essentielle, car les options thérapeutiques restent à ce jour limitées. Une recherche exhaustive de la présence d'une allergie ou d'autres facteurs réversibles entraînant une hypertrophie turbinale est nécessaire, permettant éventuellement d'instaurer un traitement médical adapté et de surseoir à la nécessité de réaliser une turbinectomie. Traitement médical comprenant une hydratation de la muqueuse nasale par du

					SNOT-25 (modifié par Houser).			sérum salé ou des pommades, une fermeture intermittente des narines, l'utilisation d'humidificateurs. Une thérapie cognitive et un traitement antidépresseur peuvent être indiqués. Un traitement chirurgical peut être tenté, seulement après un traitement médical optimal, dont le principe est de restaurer la physiologie nasale en reconstruisant la (les) structure(s) turbinale(s) manquante(s).

Sozansky, 2015 (4)	Revue narrative	4	Le terme « syndrome du nez vide » (SNV) a été employé pour la première fois en 1994 par Kern et Stenkvist pour décrire les zones de vacuité chirurgicale dans la région des cornets inférieurs et moyens sur des scanners de patients ayant été opérés de turbinectomies inférieures ou moyennes. Ces patients semblaient souffrir plus fréquemment de sécheresse et de croûtes nasales, et certains patients se plaignaient d'une sensation d'obstruction nasale paradoxale, malgré un aspect de vacuité endonasale.	Le SNV est une complication reconnue de la chirurgie turbinale, principalement les turbinectomies, mais également dans une moindre mesure après des procédures moins invasives de turbinoplasties. Le délai de survenue va de plusieurs mois à plusieurs années. L'incidence du SNV après turbinectomie n'est pas connue, mais il s'agit d'une affection rare.	Le diagnostic du SNV est difficile en raison de l'absence de test objectif fiable, le diagnostic étant basé sur la symptomatologie subjective exprimée par le patient. L'utilisation du test au coton peut aider au diagnostic, une régression de la symptomatologie 20 à 30 minutes après positionnement d'un coton humide dans la cavité nasale validant le diagnostic et positionnant le patient comme bon candidat pour une chirurgie.	Perte de la sensation de perméabilité des fosses nasales par altération de la fonction de refroidissement de la muqueuse nasale par le biais des récepteurs TRPM8. Diminution des contacts entre la muqueuse et l'air inspiré. Air plus chaud dans les fosses nasales. Augmentation de la vitesse de l'air inspiré à la partie postérieure des fosses nasales.		Une chirurgie turbinale minimale invasive est de rigueur, préservant la muqueuse. La technique de résection sous-muqueuse associée à la latéralisation des cornets inférieurs retrouvait les meilleurs résultats à long terme dans une étude randomisée comparative portant sur 382 patients suivis pendant 4 ans. La chirurgie réparatrice avec création d'un « pseudo-cornet » améliore le conditionnement de l'air inspiré, avec de bons résultats en termes d'amélioration

						Inadéquation entre l'activation des récepteurs pulmonaires par l'air inspiré, et l'absence de stimulation des thermorécepteurs nasaux. Les différences interindividuelles dans la récupération nerveuse postopératoire pourraient expliquer pourquoi seulement certains patients développent un SNV et d'autres pas, pour des chirurgies identiques.		de la symptomatologie des patients.

Talmadge, 2019 (64)	Revue narrative	4	Le SNV, décrit pour la première fois par Stenkvist et Kern, décrit l'ensemble des plaintes exprimées par les patients, des constatations physiques et des comorbidités associées à une résection turbinale agressive.	Peu de données concernant la prévalence du SNV après turbinectomie. Incidence probablement faible, mais probablement sous-diagnostiquée. Apparition du SNV à partir de 3 mois et jusqu'à 5 ans après turbinectomie.	Obstruction nasale paradoxale (discordante avec les données de l'examen physique). Aprosexie nasale : incapacité du patient à se concentrer et à mener une vie normale en raison d'une obsession en rapport avec la sensation d'obstruction nasale et de suffocation. Utilisation de l'ENS6Q dans le diagnostic (un score supérieur ou égal à 11 sur 30 a une spécificité de plus de 95 % et une sensibilité supérieure à 85 % pour un diagnostic de SNV). Le test au coton est également utile au diagnostic de SNV (décroissance du score ENS6Q de 7 points après mise en	Modifications des paramètres de ventilation nasale dans des études en simulation numérique des écoulements : flux laminaire, augmentation des vitesses et diminution de la ventilation des couloirs inférieurs avec augmentation du débit d'air dans les couloirs moyens. Altération de la fonction trigéminale (via les récepteurs TRPM8 qui détectent le refroidissement de la muqueuse). Phénomène	Co-morbidité importante avec des troubles anxio-dépressifs.	Prévention : éviter les résections turbinales agressives, privilégier les techniques de radiofréquence ou de résection sous-muqueuse. Traitement médical : hydratations (spray nasal, émollients), application de menthol. Prise en charge par un psychologue ou un psychiatre, thérapie cognitivo-comportementale. Traitement chirurgical : attendre 6 à 12 mois après la chirurgie causale du SNV avant de prévoir une chirurgie de réhabilitation.

					place du coton au niveau de la perte de substance). Des marqueurs radiologiques semblent être associés au SNV (épaississement de la muqueuse septale).	de repousse neuronale aberrante après turbinectomie.		Implantation sous-muqueuse pour reconstruire un néocornet inférieur. Plusieurs matériaux utilisés (injectables, derme acellulaire, cartilage, silicone, polyéthylène).

Tableau 2. Articles portant sur la physiopathologie et l'étiologie du SNV

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Objectif	Population/Méthode	Paramètres étudiés	Résultats	Discussion/Conclusion
Choby, 2014 (44)	Revue systématique de la littérature	4	Évaluer les conséquences de la résection des cornets moyens lors de la chirurgie endoscopique des sinus.	9 articles inclus, portant sur 2 123 patients atteints de rhinosinusite chronique ayant été opérés de chirurgie endoscopique des sinus avec résection des cornets moyens (CM).	Aspect endoscopique des fosses nasales. Taux de sténose post-opératoire du canal naso-frontal. Qualité de l'olfaction. Qualité de vie.	Aspect endoscopique des fosses nasales : - dans 4 études, amélioration des scores d'examens cliniques dans les groupes avec résection des CM par rapport aux groupes où ils ont été préservés (suivis moyens : 17,4, 36, 50 et 36 mois. Résection de la tête des CM dans 3 études, turbinectomie moyenne totale dans une étude) ; - dans 4 études, absence de différence significative entre les deux groupes (suivis moyens : 12, 12, 24 et 36 mois) (résection de la tête des CM dans ces 4 études). Taux de sténose post-opératoire du canal naso-frontal : absence de différence statistiquement significative du taux de sténose du canal naso-frontal (1 étude) ou du	Il n'a pas été retrouvé d'effet délétère après turbinectomie moyenne dans le cadre de chirurgies endoscopiques des sinus chez des patients atteints de rhinosinusite chronique. Revue systématique limitée par le manque d'études à haut niveau de preuve.

						taux de sinusite frontale post-opératoire (1 étude) entre les deux groupes. Qualité de l'olfaction : - dans une étude de cohorte avec suivi moyen de 17,4 mois, amélioration plus importante des scores d'olfactométrie après résection des CM (p = 0,045) ; - dans un essai prospectif randomisé avec suivi moyen de 50 mois, récupération significative de l'olfaction après résection des CM chez les patients présentant une hyposmie pré-opératoire (p = 0,0006). Qualité de vie : dans 3 études de cohortes (2 avec résection partielle des CM, une avec résection complète des CM), amélioration significative de la qualité de vie post-opératoire, sans différence significative entre les deux groupes.

Freund, 2011 **(29)**	Étude prospective observationnelle	3	Comparer l'activité cérébrale par IRM fonctionnelle, entre les patients SNV et les sujets sains, lors de la respiration, avant et après inhalation de limonène et de menthol.	10 patients SNV (diagnostic établi sur une symptomatologie concordante chez des patients ayant un antécédent de turbinectomies inférieures et moyennes bilatérales) comparés à 15 sujets sains.	Olfactométrie. Rhinomanométrie. Test de la fonction trigéminale par ammoniac. IRM fonctionnelle : - avec respiration libre, inhalation de limonène et de menthol ; - et évaluation de la sensation de perméabilité nasale sur échelle à 4 points.	2 patients hyposmiques sur les 10 sujets SNV et 2 patients hyposmiques sur les 15 sujets sains. Absence de différence significative de la fonction trigéminale et des débits à l'inspiration entre SNV et sujets sains. La sensation subjective de perméabilité des fosses nasales était moins bonne chez les sujets SNV que les sujets sains ($p < 0,00001$), au repos et après inhalation de limonène ou menthol. Amélioration de la sensation de perméabilité nasale après inhalation de limonène et de menthol chez les sujets sains ($p < 0,00001$) et SNV ($p = 0,01$, et $p = 0,04$). En IRM fonctionnelle : - désactivation de certaines aires cérébrales lors de l'inhalation de limonène et de menthol, chez les sujets sains et SNV ; - désactivation plus	Activation d'aires cérébrales spécifiques chez les sujets SNV lors de l'auto-évaluation de leur sensation de perméabilité nasale, appartenant au système limbique, impliqué dans la régulation des émotions. Ces mêmes aires cérébrales étaient également activées dans une expérience étudiant une situation de stress respiratoire. Ce parallèle explique peut-être un état de « stress respiratoire » chez les patients SNV. Désactivation spécifique chez les sujets sains de certaines aires cérébrales des aires paralimbiques lors de l'inhalation de menthol, non observée chez les SNV. Ceci pourrait témoigner d'un plus haut

						importante lors de l'inhalation de menthol ; - désactivation spécifique chez les sujets sains des aires paralimbiques et de Broca, non observée chez les sujets SNV ; - activation de certaines zones cérébrales lors du scorage de la sensation de perméabilité nasale par les sujets. Chez les sujets SNV, activation spécifique de certaines aires cérébrales (cervelet, amygdales et lobes temporaux).	niveau d'activation au repos. L'effet bénéfique de l'inhalation de menthol pourrait correspondre à la désactivation des aires paralimbiques. C'est pourquoi il pourrait être bénéfique d'inclure du menthol dans les traitements locaux du SNV.

Hong, 2016 (42)	Étude rétrospective observationnelle	4	Évaluer l'influence du volume restant des cornets inférieurs sur la symptomatologie des patients SNV.	34 patients SNV (diagnostic établi sur une symptomatologie concordante chez des patients présentant un antécédent de turbinectomie inférieure partielle ou totale objectivée à l'endoscopie des fosses nasales) comparés à 10 patients contrôles (traités pour des adénomes pituitaires).	Scanner des sinus utilisé pour calculer le volume des cornets inférieurs. Calcul ensuite des volumes antérieur et postérieur des cornets (la limite entre antérieur et postérieur étant définie par une ligne passant par l'ostium naturel du sinus maxillaire). Score SNOT-25. Étude des corrélations par test de Spearman	Volumes des cornets inférieurs : - total : 1,81 ± 0,92 mL chez les SNV *versus* 7,35 ± 1,28 mL dans le groupe contrôle ($p < 0,001$) ; - antérieur : 0,68 ± 0,42 mL chez les SNV *versus* 3,63 ± 0,80 mL dans le groupe contrôle ($p < 0,001$) ; - postérieur : 1,13 ± 0,56 mL chez les SNV *versus* 3,72 ± 0,56 mL dans le groupe contrôle ($p < 0,001$). Corrélation entre SNOT-25 et volume turbinal. Absence de corrélation entre score SNOT-25 total et volumes des cornets inférieurs (total, antérieur et postérieur). Corrélation entre score élevé de sécheresse et petit volume turbinal total ($r = - 0,327$, $p = 0,030$). Corrélation entre douleur faciale et petit volume turbinal antérieur ($r = - 0,392$, $p = 0,011$). Corrélation entre petit volume turbinal postérieur et	Un petit volume turbinal est significativement corrélé à certains items spécifiques du score SNOT-25 tels que sécheresse nasale, rhinorrhée épaisse, et douleur faciale.

						rhinorrhée postérieure (r = 0,299, p = 0,043), rhinorrhée épaisse (r = 0,347, p = 0,022), et sécheresse (r = 0,288, p = 0,049).	
Konstantidinis, 2011 **(17)**	Étude prospective observationnelle	4	Évaluer si l'altération de la fonction trigéminale nasale contribue à la sensation d'obstruction nasale paradoxale dans le SNV, en comparaison avec des sujets sains et des sujets avec	21 patients SNV après turbinectomie subtotale +/- septoplastie. 18 patients ayant été opérés d'une turbinectomie subtotale +/- septoplastie mais sans avoir développé de SNV (groupe ITR).	Fonction trigéminale évaluée par test de latéralisation au menthol (40 stimuli (20 par narine) pour chaque sujet). Olfactométrie. Rhinomanométrie. Auto-évaluation subjective de l'olfaction et de l'obstruction nasale.	Test trigéminal (score sur 40) : résultats significativement plus faibles chez les sujets SNV (21,8 ± 3,5) que chez les sujets ITR (29,8 ± 3,2, p = 0,021) et les sujets sains (34,5 ± 3,5, p = 0,004). Pas de différence significative entre sujets ITR et sujets sains (p = 0,067). Olfactométrie : résultats significativement plus faibles chez les sujets SNV que les sujets sains (28,1 ± 3,5 *versus* 35,5 ± 3,2, p = 0,028).	Une diminution de la sensibilité nasale trigéminale dans le SNV pourrait expliquer en partie l'obstruction nasale paradoxale. Le cornet inférieur étant l'un des sites les plus riches en terminaisons nerveuses trigéminales, une turbinectomie subtotale réduit de façon importante le nombre des récepteurs. La sensation subjective d'obstruction

			turbinectomie inférieure sans SNV.	32 sujets sains.		Rhinomanométrie : absence de différence significative.	nasale dans le SNV n'est pas corrélée avec les valeurs de la rhinomanométrie. La résistance nasale ne reflète pas l'importance de l'obstruction nasale ressentie. Une partie de cette information manquante pourrait être obtenue en réalisant un testing trigéminal en pratique clinique.
Mangin, 2017 (32)	Étude prospective observationnelle	3	Déterminer si la dyspnée dans le SNV était associée à un syndrome d'hyperventilation (HVS).	22 patients SNV. 19 turbinectomies. 3 turbinoplasties.	Score de Nijmegen (16 items correspondant aux symptômes les plus fréquents du HVS. Un score > 23/64 est fréquemment utilisé comme seuil). Test de provocation d'hyperventilation (HVPT). Gaz du sang. Spirométrie. Pléthysmographie.	17 patients sur 22 présentaient un HVS (77,3 %). Une dyspnée était rapportée par 15 patients (88,2 %) dans le groupe HVS contre 2 patients (40 %) dans le groupe non HVS (p = 0,03). 10 des 17 patients (58,8 %) dans le groupe HVS avaient un test de Nijmegen contre 2 des 4 patients (40 %) dans le groupe non HVS. Le score de Nijmegen avait une sensibilité de 59 %, une spécificité de 60 %, et une valeur prédictive positive de	77,3 % des patients SNV de cette étude avaient un syndrome d'hyperventilation (HVS). Le HVS est souvent déclenché par un stress psychologique. La chirurgie turbinale pourrait constituer le stress psychologique initial à l'origine du HVS chez les patients SNV. Une chirurgie

					DLCO. En cas d'HVPT positif, les patients bénéficiaient d'épreuves cardio-pulmonaires avec mesure de VO_2 max et radiographie pulmonaire pour exclure un diagnostic différentiel et permettre un diagnostic d'HVS. En cas d'HPVT négatif, les patients étaient considérés non HVS.	83 % pour le diagnostic d'HVS. La dyspnée rapportée par les patients avait une sensibilité de 88 %, une spécificité de 80 %, et une valeur prédictive positive de 93 % pour le diagnostic d'HVS.	turbinale excessive entraîne une chute des résistances nasales, entraînant une dysfonction du système respiratoire au niveau alvéolaire (perturbation des échanges gazeux) qui pourrait engendrer le HVS. Une chirurgie turbinale extensive entraînerait également une altération des terminaisons nerveuses présentes dans la muqueuse nasale et responsables d'une bronchoconstriction réflexe lors de l'inhalation de l'air froid, possiblement responsable de l'apparition d'un HVS. La recherche d'un HVS devrait être proposée aux patients SNV, dans l'optique d'une amélioration de

							leur qualité de vie après réhabilitation respiratoire si un HVS était présent.
Manji, 2019 (48)	Étude transversale observationnelle	4	Étudier l'impact des facteurs climatiques locaux sur l'incidence et la sévérité du SNV. Diagnostic de SNV sur un score ENS ≥ 11/30 et	53 patients SNV répartis sur les 5 continents, dans 15 pays.	Symptomatologie SNV via le score ENS6Q. Conditions climatiques locales du lieu de vie des patients. Classification des patients selon le système des climats de Köppen-Geiger.	Aucune corrélation entre sévérité des symptômes au score ENS6Q et les facteurs climatiques étudiés.	Étude limitée par la distribution géographique de la cohorte étudiée (la moitié des patients résidant en Amérique du Nord en raison d'un questionnaire disponible seulement en langue anglaise).

			antécédent de chirurgie turbinale documentée et visible en scanner.				
Noel, 2019 (46)	Étude rétrospective observationnelle	4	Déterminer si un SNV pouvait survenir après médiale maxillectomie avec résection du cornet inférieur.	8 patients ayant été opérés d'une médiale maxillectomie complète avec résection du cornet inférieur.	Score ENS6Q. Test au coton. Fonction trigéminale. Score BDI (*Beck Depression Inventory*). Score BAI (*Beck Anxiety Inventory*).	Score ENS6Q moyen de 3/30 ± 1. Aucun patient amélioré par le test au coton. Fonction trigéminale moyenne scorée à 30/40 ± 2. Faibles scores d'anxiété (BAI) et de dépression (BDI).	Pas de cas de SNV observé après médiale maxillectomie dans cette cohorte.

Tan, 2018 (45)	Étude prospective observationnelle	4	Évaluer l'impact d'une résection partielle des cornets moyens sur le risque de survenue d'un SNV dans le cadre de la prise en charge chirurgicale des rhinosinusites chroniques.	177 patients bénéficiant d'une chirurgie endoscopique pour une rhinosinusite chronique résistante à un traitement médical optimal : - 93 patients avec résection partielle des cornets moyens (car CM latéralisés) ; - 84 patients avec préservation des cornets moyens. Suivi moyen 17,9 mois.	Score ENS6Q. Score ADSS (*Adelaïde Disease Severity Score*).	Score ENS6Q : - groupe avec résection partielle des CM : 3,92 ± 4,64 ; - groupe sans résection partielle des CM : 3,59 ± 4,46 ; - absence de différence statistiquement significative entre les deux groupes (p = 0,7791). Score ADSS : - groupe avec résection partielle des CM : 16,1 ± 4,88 en pré-opératoire *versus* 9,25 ± 4,30 en post-opératoire (p < 0,0001) ; - groupe sans résection partielle des CM : 15,2 ± 4,83 en pré-opératoire *versus* 8,48 ± 4,03 en post-opératoire (p < 0,0001) ; - absence de différence statistiquement significative entre les deux groupes (p = 0,8990).	Les auteurs concluent que la résection partielle des cornets moyens peut être réalisée sans danger dans les chirurgies endoscopiques, particulièrement en cas de risque de latéralisation des cornets moyens.

Tsarikopoulou, 2015 (20)	Étude rétrospective observationnelle	4	Réaliser des mesures *in vivo* des paramètres de conditionnement de l'air inspiré chez des patients aux antécédents de turbinectomie partielle.	57 patients avec antécédent de turbinectomie partielle (réduction de 50 % du volume), chirurgie ayant été réalisée de 1 mois à 17 ans auparavant. 28 sujets sains.	Rhinométrie acoustique : mesure de la température et de l'humidité dans les fosses nasales en regard de la tête du cornet inférieur (T2) et de la tête du cornet moyen (T2). Endoscopie des fosses nasales : score NOSE.	Température significativement plus basse aux deux sites de détection dans le groupe post-turbinectomie en comparaison aux sujets sains : : - T1 (°C) : 27,76 ± 2,09 chez les sujets sains *versus* 24,15 ± 2,38 post-turbinectomie (t = - 6,968, p < 0,001) ; - T2 (°C) : 28,82 ± 1,61 chez les sujets sains *versus* 23,36 ± 2,55 post-turbinectomie (t = - 10,247, p < 0,001). Absence de différence statistiquement significative pour les valeurs d'humidité entre les deux groupes. Absence de différence statistiquement significative pour les valeurs du score NOSE entre les deux groupes. Endoscopies : absence de rhinites atrophiques.	Mise en évidence d'une baisse de température de 13 % à la tête du cornet inférieur et de 19 % à la tête du cornet moyen après turbinectomie. Aucune traduction clinique (absence de rhinite atrophique, absence d'obstruction nasale ressentie).

Wu, 2020 (18)	Étude rétrospective observationnelle	4	Étudier les changements histologiques de la muqueuse nasale dans le SNV.	17 patients SNV (diagnostiqués sur une symptomatologie concordante et un antécédent de turbinectomie inférieure ou moyenne) opérés d'une chirurgie de réhabilitation comparés à 6 sujets sains (opérés de tumeur bénigne hypophysaire par voie transsphénoïdale).	Biopsie des cornets inférieurs : - étude de plusieurs caractéristiques histopathologiques ; - recherche de TRPM8 en immunohistochimie. Scores SNOT-25, BDI-II, BAI (à l'inclusion et à 1 an post-opératoire).	En comparaison au groupe contrôle, les patients SNV avaient : - plus de métaplasie pavimenteuse (risque relatif, RR = 3,54 ; 95 % CI, 1,39-8,96 ; p = 0,018) ; - plus de fibrose sous-muqueuse (RR = 11,33 ; 95 % CI, 1,56-82,4 ; p = 0,008) ; - un nombre significativement plus faible de glandes sous-muqueuses (SNV : 1,71 ± 1,13 ; contrôle : 3,17 ± 0,69, p = 0,013). Métaplasie des cellules caliciformes observée chez six patients SNV, absente chez les sujets sains (non statistiquement significatif). Couche épithéliale des sujets SNV quasiment intacte, avec préservation des cellules ciliées et caliciformes, sans différence statistiquement significative du nombre de cellules entre les deux groupes. En immunohistochimie, expression de TRPM8	Dans le SNV, il est observé une diminution des glandes sous-muqueuses, et une augmentation de métaplasie pavimenteuse et de fibrose sous-muqueuse, de façon similaire à ce qui est observé dans la rhinite atrophique. On observe une diminution de l'expression des récepteurs TRPM8 dans le SNV, récepteurs trigéminaux qui sont notamment activés par le menthol et responsables de la sensation de perméabilité des fosses nasales par un phénomène de refroidissement de la muqueuse. Cette diminution de leur expression pourrait expliquer la dysfonction trigéminée et la perte de sensation du passage de l'air et de

						significativement plus faible dans le groupe SNV que dans le groupe contrôle (SNV : 129,68 ± 56,91 ; contrôle : 251,67 ± 27,94, p < 0,001).	perméabilité des fosses nasales observées dans le SNV.
Zhao, 2011 (24)	Étude transversale observationnelle	4	Identifier les facteurs physiques et physiologiques contribuant à la sensation de perméabilité des fosses nasales.	44 volontaires sains, sans pathologie naso-sinusienne, sans obstruction nasale objectivée à la rhinomanométrie. Respiration d'air : - ambiant ; - sec ; - froid.	Mesure de la température et du degré d'humidité de l'air inspiré. Sensation d'obstruction nasale ressentie de - 2 à 10. Rhinométrie acoustique. Rhinomanométrie. Seuil de détection trigéminé au butanol.	Meilleure sensation de perméabilité nasale de façon unilatérale et bilatérale avec l'air froid et unilatérale avec l'air sec en comparaison avec l'air ambiant (p < 0,01) avec un effet plus important de l'air froid (p < 0,01). Sensation de perméabilité nasale uni et bilatérale corrélée à la perte de chaleur totale (perte de chaleur conductrice entraînée par le gradient de température additionnée à la perte de chaleur par évaporation entraînée par le gradient d'humidité). Sensation de perméabilité	La température de l'air influe sur la sensation de perméabilité nasale. Quand la température est maintenue constante, la variation du taux d'humidité influe de façon significative sur la sensation de perméabilité nasale. Cela démontre que le refroidissement de la muqueuse (ou perte de chaleur) est en cause dans la sensation de perméabilité des fosses nasales.

						nasale unilatérale corrélée à la température de l'air et à l'humidité. Une analyse en régression multiple a retrouvé que la perte de chaleur et le seuil de latéralisation du butanol contribuaient significativement à la sensation unilatérale de perméabilité nasale. Sans paramètre dérivé (perte de chaleur), seules la température et l'humidité contribuaient significativement à la sensation de perméabilité nasale.	
Law, 2021 (47)	Étude prospective observationnelle	4	Évaluer les possibilités de survenue d'un SNV dans l'année suivant une résection turbinale moyenne bilatérale.	95 patients pris en charge pour des rhinosinusites chroniques avec ou sans polypes, ou des papillomes inversés du sinus frontal, ayant bénéficié d'une chirurgie endoscopique des sinus (Draf	Score ENS6Q post-opératoire. Présence de croûtes dans les cavités nasales lors de l'endoscopie post-opératoire la plus tardive du suivi.	Le score ENS6Q moyen lors de la dernière consultation de suivi était de 2,1 ± 2,7, et 2,1 % des patients avaient un score ≥ 11. 6,3 % des patients présentaient des croûtes lors de la dernière endoscopie de suivi. Aucun des patients qui présentaient un score ENS6Q ≥ 11 ne présentait de croûtes à l'endoscopie.	Les auteurs concluent que la survenue d'un SNV après turbinectomie moyenne est peu probable, tout du moins lors de la première année post-opératoire. Les deux patients qui présentaient un score ENS6Q ≥ 11 en post-opératoire étaient tous deux atteints de rhinosinusite chronique

				IIB ou Draf III) associée à une turbinectomie moyenne totale bilatérale. Aucune chirurgie n'était réalisée sur les cornets inférieurs.			avec polypes et avaient bénéficié de chirurgies de type Draf III. Leur score ENS6Q élevé pourrait également s'expliquer par la symptomatologie liée à leur pathologie et non pas à un SNV.
Moore, 2001 (3)	Étude rétrospective observationnelle	4	Étudier la symptomatologie, les facteurs étiologiques et les thérapeutiques, concernant les rhinites atrophiques primitives et secondaires.	242 patients souffrant de rhinite atrophique diagnostiquée entre 1984 et 1999.	Recueil de la symptomatologie. Aspect endoscopique des fosses nasales. Tomodensitométrie des fosses nasales. Rhinomanométrie. Analyse microscopique de biopsies de la muqueuse des fosses nasales.	45 rhinites atrophiques primaires. 197 rhinites atrophiques secondaires dont 157 ayant un antécédent de turbinectomie (110 turbinectomies partielles inférieures et/ou moyennes, 47 turbinectomies totales inférieures et moyennes). Rhinomanométries faites chez 135 patients : résultats identiques entre les deux groupes, résistances nasales moyennes de 0,12 $Pa/cm^3/s \pm 0,03 Pa/cm^3$ confirmant une large perméabilité des fosses nasales.	L'auteur se prononce contre les résections extensives de tissu turbinal.

						Biopsies endonasales réalisées chez 194 patients, retrouvant une métaplasie squameuse, atrophie glandulaire, endartérite oblitérante. 107 patients présentant des cultures bactériologiques positives à divers pathogènes (K. ozaenae sur 48 cultures, Staphylococcus aureus, Proteus mirabilis, Escherichia coli). Scanner réalisé sur 158 patients, retrouvant des épaississements muqueux, des structures turbinales hypotrophiées. Traitement similaire dans les deux groupes : application locale de 80 mg de gentamycine diluée dans 1 L de sérum physiologique, antibiothérapie systémique ponctuelle, application locale de glycérine, irrigations nasales au long cours au sérum salé isotonique.

Tableau 3. Physiopathologie ; approches par simulation numérique (CFD : *computational fluid dynamics*)

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Population/Méthode	Paramètres étudiés	Résultats	Discussion/Conclusion
Balakin, 2017 (22)	Étude observationnelle	4	Un patient SNV ayant été opéré d'une turbinectomie inférieure partielle bilatérale. Étude en CFD de son scanner post-opératoire (SNV), comparé au scanner pré-opératoire (avant apparition du SNV).	Pression et résistance. *Wall Shear Stress* (WSS). Vitesse. Température. Humidité.	En post-opératoire (SNV) par rapport au scanner pré-opératoire, il était observé : - diminution de la résistance nasale à l'inspiration ; - diminution du WSS ; - augmentation de la vitesse et diminution de la température, l'air inspiré devant parcourir une distance plus importante dans les fosses nasales pour être réchauffé ; - diminution de l'humidité relative : plus grande vitesse du flux d'air entraînant un temps de contact moins important avec la muqueuse des fosses nasales et donc une humidification moins importante.	Chez ce sujet SNV, il était observé (par comparaison avec son scanner pré-opératoire avant SNV) une diminution des résistances nasales et du *Wall Shear Stress* ainsi qu'un air plus sec et plus froid parvenant à la partie postérieure de la fosse nasale.

Chen, 2010 **(28)**	Étude observationnelle	4	Chirurgies virtuelles réalisées sur le scanner d'un sujet sain après augmentation artificielle du volume du cornet inférieur : - résection du 1/3 inférieur du cornet inférieur ; - résection de la tête du cornet inférieur ; - turbinectomie inférieure radicale. Comparaison avec un sujet sain et un sujet présentant une obstruction nasale sévère.	Lignes de courant. Résistances nasales. Vitesse. Pression. *Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement.	**Modification de la répartition de l'air inspiré** Chez le sujet sain, lignes de courant principalement dirigées dans le couloir moyen, sans vortex. Après résection turbinale partielle (1/3 inférieur ou tête du cornet inférieur) : lignes de courant principalement dirigées dans le couloir inférieur et la partie basse du couloir moyen. Après turbinectomie totale, lignes de courant désorganisées, concentrées dans le couloir inférieur. **Diminution des résistances nasales** 0,112 Pa.s/cm^3 (obstruction nasale) et 0,032 Pa.s/cm^3 (sujet sain) *versus* 0,025 Pa.s/cm^3 (résection du 1/3 inférieur) et 0,026 Pa.s/cm^3 (turbinectomie radicale). **Diminution du WSS** Pic mesuré à la tête du cornet inférieur : 0,89 Pa (cornet inférieur augmenté de volume), 0,52 Pa (sujet sain), 0,30 Pa (turbinectomie totale).	Les altérations des paramètres CFD après turbinectomie totale étaient semblables à celles observées dans une étude en CFD portant sur la rhinite atrophique.

Dayal, 2016 **(21)**	Étude observationnelle	4	10 patients présentant une hypertrophie turbinale. Chirurgie virtuelle : turbinectomie moyenne totale (TMT), turbinectomie inférieure totale (TIT).	Résistances nasales. Répartition de l'air inspiré. Humidité. Transfert de chaleur. Surface de muqueuse concernée par le *mucosal cooling effect* (surface où le transfert de chaleur excède 50W/m^2).	**Diminution des résistances nasales** 0,23 ± 0,21 Pa.s/mL avant *versus* 0,18 ± 0,20 Pa.s/mL après TMT (p = 0,0002) et 0,08 ± 0,03 Pa.s/mL après TIT (p = 0,042). **Augmentation du débit d'air inspiré** 137 ± 30 mL/s avant *versus* 153 ± 28 mL/s après TMT (p = 0,001) et 174 ± 30 mL/s après TIT (p = 0,0005). **Modification de la répartition de l'air inspiré** Augmentation du pourcentage d'air circulant dans le couloir moyen après turbinectomie moyenne (de 53 % ± 9 % à 75 % ± 7 %). Augmentation du pourcentage d'air dans le couloir inférieur après turbinectomie inférieure (de 39 % ± 10 % à 62 % ± 20 %). **Diminution des capacités de réchauffement et d'humidification de la muqueuse nasale** 94 % ± 6 % et 95 % ± 5 % avant *versus*	Les turbinectomies inférieures totales ont un impact plus important sur la modification des paramètres de conditionnement nasal de l'air inspiré que les turbinectomies moyennes. Malgré une augmentation du débit d'air nasal, la surface de muqueuse où le transfert de chaleur excède 50 W/m^2 diminue après turbinectomie inférieure totale. Les récepteurs sensibles au rafraîchissement de la muqueuse (*mucosal cooling effect*) seraient moins stimulés, contribuant potentiellement à la sensation d'obstruction nasale paradoxale.

					83 % ± 8 % et 85 % ± 7 % après TMT et 71 % ± 6 % et 73 % ± 6 % après TIT. **Diminution de la surface muqueuse concernée par le *mucosal cooling effect*** 49 ± 6 cm^2 avant *versus* 44 ± 4 cm^2 après TIT (p = 0,017).

Di, 2013 **(23)**	Étude observationnelle	4	7 modèles de CFD basés sur les scanners de sujets sains. Réalisation de chirurgies virtuelles : - turbinectomie inférieure radicale (ENS-IT) ; - turbinectomie moyenne radicale (ENS-MT) comparées aux modèles sains.	Résistances nasales. Vitesse. Pression. Lignes de courant. Répartition de l'air inspiré. *Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement.	ENS-MT : **Diminution des résistances nasales** - 0,0067 ± 0,0059 Pa·s/cm^3 **Augmentation de la vitesse de l'air à l'inspiration et à l'expiration à la partie postéro-supérieure de la fosse nasale**, dans la région du ganglion sphéno-palatin. Peu de différences concernant les autres paramètres. ENS-IT : Modification des lignes de courant, apparition de formations tourbillonnaires **(vortex) dans les couloirs inférieurs**. **Diminution du débit d'air dans la fente olfactive** : - 26,27 % ± 8,68 % à l'inspiration ; - 13,18 % ± 7,59 % à l'expiration. **Diminution des résistances nasales** : - 0,0134 ± 0,0100 Pa·s/cm^3	Les croûtes observées après turbinectomie inférieure pourraient être dues à une sécheresse muqueuse secondaire aux vortex observés. Les auteurs expliquent l'obstruction nasale paradoxale par une diminution de la vitesse dans le couloir inférieur après turbinectomie totale, ce qui diminuerait la stimulation des mécanorécepteurs de la muqueuse nasale qui participent à la sensation du passage de l'air. Après turbinectomie inférieure, le débit d'air dans la fente olfactive est réduit. La réduction du nombre de molécules olfactives parvenant à la fente olfactive pourrait expliquer l'anosmie ou l'hyposmie rapportée dans le SNV. Les modifications des

					Diminution du WSS et de la vitesse dans le couloir inférieur.	paramètres aérodynamiques sont plus importantes après turbinectomie inférieure qu'après turbinectomie moyenne. Ceci est corrélé avec le fait que les symptômes du SNV tels que sécheresse nasale, croûtes, obstruction nasale paradoxale, hyposmie ou anosmie, sont plus fréquemment observés chez les patients après turbinectomie inférieure qu'après turbinectomie moyenne. Dans cette étude, la vitesse était augmentée autour du ganglion sphéno-palatin dans le modèle ENS-MT, mais pas dans le modèle ENS-IT. La douleur ou les céphalées semblent être plus fréquemment rapportées par les patients SNV après turbinectomie moyenne qu'après turbinectomie inférieure. Les auteurs

						font l'hypothèse que cela est dû à la stimulation du ganglion sphéno-palatin par une plus grande vitesse de l'air.

Li, 2017 **(15)**	Étude observationnelle	4	6 patients SNV (turbinectomies ou turbinoplasties inférieures). Comparaison des scanners pré et post-opératoires. Comparaison à 14 sujets sains.	Résistances nasales. Répartition de l'air inspiré. *Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement. Fonction trigéminale évaluée par test de latéralisation au menthol.	**Diminution des résistances nasales** **Modification de la répartition de l'air inspiré** En post-opératoire, l'air inspiré emprunte le couloir moyen, et non pas le couloir inférieur (vitesse nulle). L'augmentation de l'aire de section transversale du couloir inférieur en post-opératoire ($p < 0,05$) était accompagnée paradoxalement d'une réduction du pourcentage du débit d'air empruntant le couloir inférieur ($p < 0,05$). **Diminution du WSS** WSS plus faible en post-opératoire autour des cornets inférieurs. **Test de latéralisation au menthol** Seuils de détection plus bas chez les sujets SNV (9,2 ± 4,6) que chez les sujets sains (14,8 ± 1,6, $p < 0,005$).	Un schéma de ventilation nasale empruntant majoritairement le méat moyen pourrait prédisposer au développement d'un SNV après turbinectomie ou turbinoplastie inférieure. Les auteurs font l'hypothèse que les gestes de réduction des cornets inférieurs pourraient être réalisés de façon plus sûre chez les patients qui présentent, de base, un schéma de ventilation nasale empruntant majoritairement les couloirs inférieurs. La sensation d'obstruction nasale paradoxale serait due à une perte de sensibilité associée à une réduction de la surface muqueuse stimulée par le *mucosal cooling* (refroidissement de la muqueuse).

Li, 2018 **(16)**	Étude comparative	4	27 patients SNV comparés à 42 sujets sains.	Résistances nasales. Répartition de l'air inspiré. Lignes de courant. *Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement. Fonction trigéminale évaluée par test de latéralisation au menthol.	**Diminution des résistances nasales** Résistances plus faibles de 25,7 % chez les sujets SNV que chez les sujets sains ($p < 0,001$). **Modification de la répartition de l'air inspiré** Diminution du débit d'air dans le couloir inférieur (25,8 % ± 17,6 % chez les sujets SNV *versus* 36,5 % ± 15,9 % chez les sujets sains, $p = 0,0003$). Augmentation du débit d'air dans le couloir moyen (66,5 % ± 18,3 % chez les sujets SNV *versus* 49,9 % ± 15,1 % chez les sujets sains, $p < 0,0001$). Chez les sujets sains, les lignes de courant étaient harmonieusement distribuées entre les couloirs inférieurs et moyens. Chez les sujets SNV, les lignes de courant étaient étroitement concentrées dans le couloir moyen, au détriment des couloirs inférieurs. **Diminution du WSS** Dans le couloir moyen : 0,58 ±	Chez les patients SNV, l'air inspiré empruntait en majorité les couloirs moyens. De ce fait, le débit d'air dans les couloirs inférieurs était réduit par rapport aux sujets sains. Ceci réduisait significativement les interactions air-muqueuse (WSS) dans le couloir inférieur (environ deux fois moindres que chez les sujets sains). Un SNV ne résulte pas nécessairement d'un geste radical. Dans cette cohorte, seulement 4 des 27 patients SNV avaient eu une turbinectomie totale (2 turbinectomies inférieures et 2 turbinectomies moyennes). Tous les sujets SNV avaient subi une septoplastie, une chirurgie fonctionnelle endoscopique ou une résection des cornets moyens

					0,24 Pa chez les sujets SNV *versus* 1,18 ± 0,81 Pa chez les sujets sains, p = 0,014. Dans le couloir moyen : 0,70 ± 0,31 Pa chez les sujets SNV *versus* 1,20 ± 0,82 Pa chez les sujets sains, p = 0,038. **La valeur maximum du WSS mesurée dans le couloir inférieur était significativement corrélée au score ENS6Q** test de corrélation de Spearman, r = - 0,398, p = 0,003. **La résistance nasale n'était pas corrélée à l'ENS6Q ni à d'autres scores.** **Test de latéralisation au menthol** Seuils de détection plus bas chez les sujets SNV (10,3 ± 3,9) que chez les sujets sains (14,0 ± 1,8, p < 0,0001).	associées à la résection des cornets inférieurs. Cette association pourrait aggraver le risque de survenue d'un SNV. La baisse du WSS dans le couloir inférieur était significativement corrélée au score ENS6Q, ainsi qu'aux items spécifiques « suffocation » et « nose feels too open ». Ces résultats démontrent que moins les interactions air-muqueuse sont bonnes, plus la symptomatologie est importante. De nouvelles techniques épargnant la muqueuse turbinale sont apparues, mais il est important de préserver la qualité des interactions air-muqueuse. Sans la stimulation par le passage de l'air inspiré, une muqueuse saine pourrait ne pas être

						suffisante au maintien d'une fonction satisfaisante.

Malik, 2019 **(14)**	Étude comparative	4	27 patients SNV comparés à : - 42 sujets sains ; - 5 patients avec antécédent de turbinectomie inférieure sans SNV (ITR).	Répartition de l'air inspiré. Aires de section des fosses nasales. Débit, résistances. *Wall Shear Stress* (WSS). Fonction trigéminale évaluée par test de latéralisation au menthol.	**Aires de section** - Plus grandes aires de section en regard des cornets inférieurs chez les sujets SNV et les sujets ITR par rapport aux sujets sains (ITR : 0,94 ± 0,21 cm^2 ; SNV : 1,19 ± 1,05 cm^2 ; sujets sains : 0,42 ± 0,22 cm^2, $p < 0,05$), absence de différence significative entre les groupes SNV et ITR. - Plus grandes aires de section en regard des cornets moyens et supérieurs chez les sujets SNV que chez les sujets sains ENS et les sujets ITR (SNV : 0,66 cm^2/1,77 cm^2 ; sujets sains : 0,29 cm^2/0,64 cm^2 ; ITR : 0,42 cm^2/0,81 cm^2, $p < 0,05$). **Résistances nasales** Diminution des résistances nasales chez les sujets SNV et les sujets ITR par rapport aux sujets sains (ITR : 0,051 ± 0,020 Pa·s/mL ; SNV : 0,052 ± 0,015 Pa·s/mL ; sujets sains : 0,070 ± 0,021 Pa·s/mL). Absence de différence significative entre les groupes SNV et ITR.	Chez les patients SNV, absence d'air empruntant le couloir inférieur, à la différence des sujets sains et des sujets ayant eu une turbinectomie inférieure sans avoir développé de SNV (et cela alors que l'élargissement des couloirs inférieurs après turbinectomie était aussi important que chez les sujets SNV). Le volume de la réduction des cornets inférieurs susceptible d'améliorer la perméabilité nasale ou au contraire d'entraîner la survenue d'un SNV n'est pas connu. Une modification du schéma de ventilation nasale associée à une perte de fonction sensorielle de la muqueuse nasale pourrait conduire à l'apparition d'une symptomatologie de SNV.

					Modification de la répartition de l'air inspiré Débits significativement plus faibles dans les couloirs inférieurs des sujets SNV que chez les sujets sains et ITR (SNV : 3,69e-5 m^3/s ± 2,58e-5 ; ITR : 6,96e-5 m^3/s ± 4,12e-5 ; sujets sains : 5,21e-5 m^3/s ± 3,60e-5 ; $p < 0,05$). **Diminution du WSS** WSS plus bas dans les couloirs inférieurs chez les sujets SNV que chez les sujets sains et ITR. **Test de latéralisation au menthol** Seuils de détection plus bas chez les sujets SNV (10,2 ± 3,87, $p < 0,0001$) que chez sujets ITR (15,2 ± 1,23) et les sujets sains (14,8 ± 1,59).	Les auteurs estiment que la simulation numérique des écoulements et le *testing* au menthol pourraient être utilisés comme outils diagnostiques dans le futur.

Malik, 2020 **(65)**	Étude observationnelle	4	6 patients SNV (score ENS6Q > 11 et réduit de 7 points par le test au coton). Pour chaque patient, comparaison en CFD de deux scanners : - scanner sinus de base ; - scanner sinus refait après mise en place d'un coton dans le couloir inférieur marqué à l'iohexol.	Résistances nasales. Débit d'air. Répartition de l'air inspiré. Gradient de pression.	Coton placé à 1,74 ± 0,26 cm en moyenne à partir du bord postérieur des narines, mesurant en moyenne 1,93 ± 0,35 cm de long. Amélioration significative du score ENS6Q après mise en place du coton, de 16,8 ± 4,17 points à 3,1 ± 2,4 points ($p < 0,001$). Augmentation significative des résistances nasales après mise en place du coton de 0,12 ± 0,07 à 0,15 ± 0,07 Pa.s/mL ($p < 0,05$). Après mise en place du coton, diminution du débit d'air dans le couloir moyen de 83,3 ± 38,8 à 48,6 ± 30,5 mL/s, $p < 0,05$). Changement de trajectoire de l'air inspiré du couloir moyen vers le couloir inférieur. Avant insertion des cotons, chute brutale de la pression autour de - 10 Pa après passage de la valve nasale, pression qui continue de diminuer ensuite à la partie postérieure des fosses	La mise en place de cotons dans les couloirs inférieurs permet de modifier les paramètres de ventilation nasale, se rapprochant de ceux des sujets sains (notamment, meilleure répartition de l'air inspiré entre les couloirs inférieur et moyen).

					nasales. Après insertion des cotons, le gradient de pression devenait plus lisse et linéaire tout le long de la cavité nasale.	

Maza, 2019 **(26)**	Étude comparative	4	4 patients ayant été opérés d'une chirurgie endoscopique de la base du crâne (turbinectomie supérieure et moyenne, septectomie postérieure et large sphénoïdotomie) : - deux SNV post-opératoires (EEAwENS) ; - deux patients sans SNV (EEAw/oENS). Comparaison à : - 27 patients SNV post-chirurgie fonctionnelle endoscopique (16) non EEA ENS ; - 42 sujets sains (*healthy*).	Lignes de courant. Répartition de l'air inspiré. *Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement.	**Modification de la répartition de l'air inspiré** Pourcentage d'air inspiré significativement plus bas dans le couloir inférieur des deux patients présentant un SNV après chirurgie endoscopique de la base du crâne que les deux qui n'en présentaient pas. EEAwENS : 17,74 % ± 4,00 % *versus* EEAw/oENS : 51,25 % ± 3,33 %, $p < 0,002$. EEAwENS et non EEA ENS : lignes de courant (*streamlines*) majoritairement distribuées dans le couloir moyen, au détriment du couloir inférieur. EEAw/oENS : *streamlines* réparties dans les deux couloirs inférieurs et moyens, comme chez les sujets sains. **Diminution du WSS** EEAwENS : 0,30 ± 0,13 *versus* EEAw/oENS : 0,61 ± 0,03, $p = 0,003$).	Étude limitée par la petite taille de la population étudiée. Des schémas de ventilation nasale très différents ont été retrouvés chez des patients ayant subi des procédures identiques, différences corrélées à la survenue ou non d'un SNV. Un facteur à prendre en compte est que les deux patients EEAwENS avaient un antécédent de turbinoplastie inférieure. Le schéma de ventilation nasale des patients SNV est similaire, indépendamment de la procédure (chirurgie fonctionnelle ou chirurgie de la base du crâne), et différent des sujets sains ou des sujets EEAw/oENS.

Na, 2012 **(84)**	Étude observationnelle	4	Chirurgies virtuelles réalisées sur le scanner d'un sujet sain : - résection artificielle de la tête du cornet inférieur (modèle N-I1) ; - résection du 1/4 inférieur du cornet inférieur (modèle N-I2) ; - résection subtotale du cornet inférieur (modèle N-I3).	Répartition de l'air inspiré. Transfert de chaleur. Température.	Modification de la répartition de l'air inspiré, qui emprunte davantage le couloir inférieur après turbinectomie inférieure, avec diminution du débit d'air dans la fente olfactive. Diminution du transfert de chaleur dans le modèle NI-3 (de 2,65 W dans le modèle normal à 2,487 W dans ce modèle). Changements négligeables dans les deux autres modèles. Température dans le cavum plus basse dans le modèle NI-3 que dans le modèle normal.	

Siu, 2020 **(27)**	Étude observationnelle	4	8 patients devant être opérés d'une chirurgie turbinale +/- associée à une septoplastie. Chirurgie virtuelle pour chaque patient simulant : - une turbinectomie inférieure totale ; - une turbinoplastie inférieure. Comparaison à deux sujets sains.	*Wall Shear Stress* (WSS) ou contrainte de cisaillement. Lignes de courant. Résistances nasales. Pression. Vitesse.	Après turbinoplastie, réduction du volume turbinal en moyenne de 47 % (de 34 à 66 %), et réduction de la surface en moyenne de 24 % (de 11 à 40 %). **Modification de la répartition de l'air inspiré** Le débit d'air dans le couloir inférieur était plus important après chirurgie virtuelle qu'en pré-opératoire : 7,1 L/min en pré-opératoire *versus* 9,2 L/min après turbinoplastie (p = 0,04) et 10,6 L/min après turbinectomie totale (p = 0,001). Après chirurgie, flux d'air dirigé vers le bas, et diminution de l'air atteignant la fente olfactive. **Formations tourbillonnaires (vortex)** dans les couloirs inférieurs après turbinoplastie et après turbinectomie. **Diminution du gradient de pression** Gradient de pression (entre narines et nasopharynx) plus faible après chirurgie turbinale qu'en pré-opératoire : 11 Pa en	Le profil de conditionnement de l'air après turbinoplastie était plus proche de celui des sujets sains qu'après turbinectomie totale.

				pré-opératoire *versus* 9,2 Pa après turbinoplastie et 7,9 Pa après turbinectomie, p < 0,0001. **Diminution du WSS** WSS plus faible dans les couloirs inférieurs après turbinectomie totale qu'en pré-opératoire : 0,040 Pa *versus* 0,057, p = 0,04. Pas de différence significative du WSS après turbinoplastie.

Sullivan, 2014 **(25)**	Étude observationnelle	4	Sur 40 patients opérés pour obstruction nasale (septoplastie +/- réduction turbinale), : sélection de 10 patients ne présentant pas de différence d'épaisseur de la muqueuse des cornets inférieurs entre les scanners pré et post-opératoires pour éliminer le facteur confondant du cycle nasal. Comparaison des scanners pré et post-opératoires.	Score NOSE. Score EVA de la sensation de perméabilité des fosses nasales. Transfert de chaleur étudié en CFD. Étude des corrélations entre les résultats CFD et les scores cliniques.	Diminution du score NOSE de 74 ± 18 pré-opératoire à 25 ± 24 post-opératoire (p = 0,0006). Augmentation du score EVA de 3,0 ± 1,1 pré-opératoire à 7,3 ± 2,6 post-opératoire du côté le plus obstrué (p = 0,001). En post-opératoire : - transfert de chaleur significativement augmenté du côté qui était le plus obstrué (p < 0,0002), inchangé du côté qui était le moins obstrué ; - augmentation significative de la surface de muqueuse nasale avec transfert de chaleur > 250 W/m² du côté qui était le plus obstrué, défini arbitrairement comme seuil de stimulation des thermorécepteurs de la muqueuse nasale. Il en résulte une augmentation de la surface muqueuse stimulée par le phénomène de *mucosal cooling* de 15 % en pré-opératoire à 28 % en post-opératoire. La meilleure corrélation observée était celle entre le score NOSE et la surface de muqueuse stimulée par un	Une augmentation significative du refroidissement de la muqueuse (*mucosal cooling*) est corrélée à l'amélioration de la sensation de perméabilité des fosses nasales obtenue après une chirurgie de l'obstruction nasale.

					transfert de chaleur > 50 W/m² (r = - 0,76, IC 95 % [- 0,9 ; - 03,47], p = 0,05).	

Tableau 4. Articles portant sur les différentes techniques de turbinoplasties

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Objectif	Population	Maladie/Phénomène/ Évènement étudié	Résultats	Discussion
Acedevo, 2015 (52)	Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés	1	Revue systématique de la littérature concernant les résultats des turbinoplasties inférieures bilatérales au micro-débrideur ou par radiofréquence.	26 articles inclus. Études prospectives, dont 12 randomisées. 3 études en aveugle concernant la technique chirurgicale. Suivi médian de 6 mois, en moyenne : 14 mois [2-60 mois].	Obstruction nasale, évaluée par échelle visuelle analogique (VAS ; 0-10).	Amélioration subjective de l'obstruction nasale de 4,26 points après turbinoplastie inférieure. Absence de différence significative entre radiofréquence (+ 4,53 points, IC 95 % = 3,52-5,55, p < 0,001, k = 13 études) et micro-débrideur (+ 3,81 points, IC 95 % = 1,72-5,91, p < 0,001, k = 8 études). Amélioration significative des scores de rhinomanométrie acoustique, des débits et des résistances nasales. Deux études comparant directement les deux méthodes dont une randomisée, en faveur de la technique par micro-débrideur.	Efficacité équivalente des deux techniques. Intérêt d'études avec un suivi à plus long terme.

Batra, 2009 (85)	Revue systématique de la littérature	4	Revue systématique de la littérature concernant l'efficacité de la chirurgie dans le traitement de l'hypertrophie turbinale inférieure symptomatique.	96 articles inclus. La majorité de niveau 4 (75) ou 5 (18). Une étude de niveau 1 et deux études de niveau 2. Suivi médian de 18 mois [6-159 mois].	Amélioration de la qualité de vie, des symptômes et/ou des paramètres objectifs. Techniques chirurgicales étudiées : - turbinectomies (partielles ou totales) ; - turbinoplasties (résection sous-muqueuse, conchopexie, outfracture, microdébrideur) ; - technique thermique (électrocautérisation, cryothérapie, radiofréquence) ; - laser.	Bénéfice de la chirurgie avec une amélioration subjective de la symptomatologie ≥ 50 % dans 93 études sur 96. Une étude n'a pas démontré de bénéfice de la chirurgie. Deux études ont rapporté des effets négatifs de la chirurgie : - Moore *et al.* ont rapporté une amélioration de la ventilation chez seulement 27 % des patients après turbinectomie, alors qu'une sécheresse et des croûtes étaient présentes chez 89 % des patients. - Warwick-Brown et Marks ont étudié les turbinectomies partielles, la diathermie sous-muqueuse et la cautérisation chez 207 patients. Une amélioration des symptômes n'était rapportée que chez 39 % des patients à 2 ans, avec 52 % de patients souffrant de sécheresse et de croûtes. Ces deux études représentent des données du milieu des années 1980.	La turbinectomie (partielle ou totale) représentait la technique de choix durant les années 1970 et 1980, représentant respectivement 67 % et 52 % des études. Plus récemment, la turbinectomie est revenue moins populaire avec l'introduction de nouvelles techniques, ne représentant plus que 24 % et 14 % des études dans les années 1990 et 2000 respectivement.

Kavin Kumar, 2019 (50)	Essai comparatif randomisé	2	Comparer l'efficacité de la turbinoplastie inférieure et de la turbinectomie partielle inférieure.	60 patients souffrant de rhinite chronique hypertrophique. Randomisés en 2 groupes : - groupe A : turbinoplastie inférieure (outfracture et résection osseuse et sous-muqueuse partielle) ; - groupe B : turbinectomie inférieure partielle. Suivi toutes les deux semaines jusqu'à 6 mois post-opératoires.	Score SNOT-22 à J7, J15, M3 et M6 post-opératoires. Endoscopie des fosses nasales.	Diminution significative du score SNOT-22 post-opératoire dans le groupe A (en moyenne ± déviation standard) : : 37,43 ± 2,515 en pré-opératoire *versus* 22,53 ± 1,833 à J7 post-opératoire (p < 0,001) *versus* 20 ± 2,244 à J15 post-opératoire (p < 0,001) *versus* 5,07 ± 1,081 à 3 mois post-opératoires (p < 0,001) *versus* 5,17 ± 1,02 à 6 mois post-opératoires (p < 0,001). Diminution significative du score SNOT-22 post-opératoire dans le groupe B (en moyenne ± déviation standard) : : 38,23 ± 2,417 en pré-opératoire *versus* 32,17 ± 1,653 à J7 post-opératoire (p < 0,001) *versus* 26,9 ± 2,51 à J15 post-opératoire (p < 0,001) *versus* 9,8 ± 1,472 à 3 mois post-opératoires (p < 0,001) *versus* 14,57 ± 3,759 à 6 mois post-opératoires (p < 0,001). Diminution significativement plus importante du score SNOT-22 post-opératoire dans le groupe A que dans le groupe B à J7, J15, 3 et 6 mois post-opératoires (p < 0,001). Persistance de croûtes et de rhinorrhée chez 13 % des patients du	Amélioration clinique plus importante (score SNOT-22) après turbinoplastie qu'après turbinectomie. Morbidité plus importante après turbinectomie qu'après turbinoplastie (croûtes, rhinorrhée).

						groupe B à 6 mois, absentes dans le groupe A (p = 0,03). Différence statistiquement significative de la proportion de patients gardant une obstruction nasale en post-opératoire avec de meilleurs résultats dans le groupe A que dans le groupe B (absence de valeurs rapportées).

Mirza, 2020 (53)	Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés	1	Comparer l'efficacité de la turbinoplastie inférieure au microdébrideur et de la turbinoplastie inférieure à la radiofréquence.	Inclusion de 7 essais randomisés.	Obstruction nasale, évaluée par échelle visuelle analogique (VAS ; 0-10) à 3-6 mois, 1 an et 2 ans post-opératoires. Rhinomanométrie, rhinométrie acoustique.	Amélioration significativement plus importante de l'obstruction nasale après microdébrideur qu'après radiofréquence (VAS, de 0 à 10). À 3-6 mois : différence moyenne : - 0,873, IC 95 % = - 1,619 ; - 0,126, p = 0,022. À 1 an : différence moyenne : - 2,420, IC 95 % = - 4,123 ; - 0,718, p = 0.005. À 2 ans : différence moyenne : - 6,700, IC 95 % = - 7,021 ; - 6,379, p < 0,001. Rhinomanométrie antérieure : absence de différence significative à 3-6 mois. Différence significative à 2 ans en faveur du microdébrideur : différence moyenne - 0,014, IC 95 % = - 0,034 ; 0,006, p = 0,167. Complications plus fréquentes dans le groupe microdébrideur que dans le groupe radiofréquence (saignements).	Meilleure efficacité à long terme du microdébrideur que la radiofréquence, mais complications plus fréquentes.

Neri, 2013 (54)	Étude prospective observationnelle	4	Étudier si les dommages mécaniques causés à la muqueuse nasale lors des turbinoplasties au microdébrideur étaient suivis d'une récupération anatomique et fonctionnelle.	13 patients souffrant d'obstruction nasale chronique en rapport avec une hypertrophie turbinale inférieure résistante au traitement médical et améliorés significativement après application de vasoconstricteurs locaux. Réalisation d'une turbinoplastie inférieure bilatérale au microdébrideur (résection de la muqueuse et des corps caverneux, conservant l'os turbinal et le périoste, à la partie médiale et inférieure des cornets inférieurs), puis tamponnement des	Endoscopie nasale. Obstruction nasale, évaluée par échelle visuelle analogique (VAS ; 0-10). Temps de clairance muco-ciliaire. Rhinomanométrie. Biopsies de la muqueuse turbinale observées en microscopie électronique à balayage. Avant et à 4 mois après chirurgie.	Une complication post-opératoire (saignement ayant nécessité un tamponnement nasal antérieur). Aucune complication de type croûtes, synéchies, érosion muqueuse. Cicatrisation muqueuse observée macroscopiquement à 4 mois post-opératoires. Amélioration significative de l'obstruction nasale en post-opératoire. En pré-opératoire : VAS = 7-10 pour 13 patients sur les 13 étudiés (score moyen de 8,69). En post-opératoire : VAS = 4-6 pour 3 patients et VAS = 0-3 pour 10 patients (score moyen de 1,77) ($p < 0,001$). Diminution significative du temps de clairance mucociliaire de 17,5 minutes à 11,3 minutes en moyenne ($p < 0,001$). En rhinomanométrie, diminution significative des résistances nasales. En microscopie électronique, à 4 mois post-opératoires, observation de muqueuse respiratoire avec différents degrés de différenciation.	Les auteurs estiment que la nécrose muqueuse induite par les méthodes thermiques représente un obstacle pour la régénération muqueuse. Pour obtenir une régénération physiologique de la muqueuse nasale, une blessure de type mécanique est nécessaire. La résection muqueuse et sous-muqueuse conservant le périoste conduit à la régénération structurelle et fonctionnelle de la muqueuse.

				fosses nasales.			

Sinno, 2016 (51)	Revue systématique de la littérature	4	Réaliser une revue systématique des techniques chirurgicales de l'hypertrophie turbinale inférieure.	58 articles inclus.	Survenue de complications.	Turbinectomie totale (7 études/644 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 79 % des patients ; - complications : croûtes (21 %), rhinorrhée postérieure (19 %). Turbinectomie partielle (12 études/1 136 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 71,3 % des patients ; - complications : croûtes (20 %), rhinorrhée postérieure (11 %). Résection sous-muqueuse : aux instruments froids (4 études/1 161 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 52 % des patients ; - complications : croûtes (12,3 %), saignement (10 %) ; au microdébrideur (5 études/1 012 patients) : - diminution de 61,5 % des symptômes d'obstruction nasale (4 études) ; - amélioration de l'obstruction nasale pour 91,2 % des patients (une étude) ; - complications : rhinorrhée postérieure (10 %), synéchies (6,7 %). Électrocautérisation (8 études/1 231 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 67,3 % des patients ; - complications : rhinorrhée postérieure (33,9 %), croûtes (23,3 %). Laser (16 études/1 450 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 74,2 % des patients (13 études) ;	Les principales complications rapportées après turbinectomie étaient des croûtes et des saignements. L'électrocautérisation avait le plus haut pourcentage de complications de type croûtes et rhinorrhée postérieure. Les techniques de cryothérapie, radiofréquence et laser avaient un taux plus faible de complications. La restauration de la clairance mucociliaire et des fonctions sécrétoires a été observée uniquement après résection sous-muqueuse. Pour les auteurs, les techniques de résection sous-muqueuse et de radiofréquence sont celles qui fournissent les meilleurs résultats à long terme, une préservation de la fonction turbinale et un faible taux de complications.

						- complications : rhinorrhée (20,8 %), rhinorrhée postérieure (11,4 %). Cryothérapie (4 études/851 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale de 69 % ; - complications : rhinorrhée postérieure (13,8 %), saignement (5,2 %). Radiofréquence (21 études/1 515 patients) : - amélioration de l'obstruction nasale pour 85,5 % des patients (5 études) ; - réduction en moyenne de 48,9 % du score d'obstruction nasale (12 études) ; - complications : saignement (7,2 %), rhinorrhée postérieure (3,3 %) ; - efficacité à long terme (> 30 mois).	

Tableau 5. Articles portant sur le diagnostic du SNV

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Objectif	Population	Maladie/Phénomène/ Évènement étudié	Résultats	Discussion
Gill, 2020 (70)	Revue systématique de la littérature	4	Évaluer et définir les modalités diagnostiques du SNV.	Scanners de patients SNV (diagnostiqués sur un antécédent de réduction turbinale, le score ENS6Q, et un test au coton positif) comparés aux scanners de patients ayant un antécédent de chirurgie turbinale sans SNV, et à des sujets sains. 32 fosses nasales.		14 études incluses. **Deux outils validés pour l'aide au diagnostic du SNV** **1. Auto-questionnaire ENS6Q** score ≥ 11 (et surtout > 15) en faveur du diagnostic de SNV. **2. Test au coton** Aide au diagnostic de SNV (amélioration avec le coton). Identification des patients qui pourraient tirer un bénéfice d'une chirurgie d'augmentation du volume turbinal. **Trois outils intéressants mais présentant des preuves encore insuffisantes pour être recommandés en routine dans le cadre du bilan diagnostic** **1. Tomodensitométrie des sinus** Mesure d'un petit volume turbinal et d'un épaississement de la muqueuse septale chez les patients SNV. **2. Simulation numérique des écoulements** Modifications des paramètres de ventilation et de conditionnement nasal dans le SNV. Peut être utile pour affirmer un SNV dans les cas difficiles ou douteux. **3. *Testing* de la fonction du nerf trijumeau** Une altération de la fonction sensorielle du trijumeau pourrait contribuer à la sensation subjective d'obstruction nasale. Le *testing* de la fonction du trijumeau pourrait être utile en pré et post-opératoire pour appréhender l'obstruction nasale ressentie.	

Proposition d'un algorithme diagnostic

Association fréquente à des troubles anxio-dépressifs

Nécessité d'évaluer les patients SNV par un questionnaire d'étude de la santé mentale +/- une évaluation psychiatrique devant des comorbidités anxio-dépressives retrouvées.

Thamboo, 2016 (67)	Étude rétrospective observationnelle	4	Évaluer si des caractéristiques radiographiques pouvaient être utiles à l'élaboration du diagnostic de SNV.	Scanners de patients SNV (diagnostiqués sur un antécédent de réduction turbinale, le score ENS6Q, et un test au coton positif) comparés aux scanners de patients ayant un antécédent de chirurgie turbinale sans SNV, et à des sujets sains. 32 fosses nasales SNV. 34 fosses nasales avec réduction turbinale sans SNV. 58 fosses nasales saines = groupe contrôle.	Mesures scanographiques : : - épaisseur maximale de la muqueuse du cornet inférieur (CI) ; - plus grande distance entre septum et CI, plancher de la fosse nasale et CI, cloison inter-sinuso-nasale et CI, et entre septum et cloison inter-sinuso-nasale ; - plus grande épaisseur muqueuse du plancher de la fosse nasale, du septum et de la cloison inter-sinuso-nasale, à la partie antérieure, moyenne et postérieure de la cavité nasale.	Entre les groupes SNV et « antécédent de chirurgie turbinale sans SNV » : absence de différence statistiquement significative concernant l'épaisseur de la muqueuse du cornet inférieur, et les distances entre septum et CI, plancher de la fosse nasale et CI, cloison inter-sinuso-nasale et CI, et entre septum et cloison inter-sinuso-nasale. Entre les groupes SNV et sujets sains : différence significative concernant l'épaisseur de la muqueuse du cornet inférieur ($p < 0,01$), et les distances entre septum et CI ($p < 0,01$), plancher de la fosse nasale et CI ($p < 0,01$), et entre septum et cloison inter-sinuso-nasale ($p < 0,01$). Absence de différence significative de la distance entre cloison inter-sinuso-nasale et CI. Épaisseur de la muqueuse septale plus importante dans les parties moyenne et postérieure de la fosse nasale chez les sujets SNV, par rapport au groupe « antécédent de chirurgie turbinale sans SNV » ($p < 0,001$) et aux sujets sains ($p < 0,01$). Après étude des courbes ROC : - une épaisseur de la muqueuse septale > 2,64 mm à la partie centrale de la fosse nasale prédit un SNV avec une sensibilité de 81,25 % et une spécificité de 67,39 % ; - une épaisseur de la muqueuse septale > 1,32 mm à la partie postérieure de la fosse nasale prédit un SNV avec une sensibilité de 87,50 % et une spécificité de 67,39 %.	Il peut être difficile de différencier les patients SNV des patients non SNV ayant un antécédent de chirurgie turbinale. Cette étude a retrouvé l'existence de marqueurs spécifiques permettant de différencier ces deux groupes de patients (épaisseur de la muqueuse septale à la partie moyenne et postérieure de la fosse nasale, avec cut-off > 2,64 mm et 1,32 mm respectivement). La paroi postérieure de l'*agger nasi*, la tête du cornet moyen et la voie lacrymale sont des repères anatomiques constants définissant la limite entre les parties antérieure et moyenne des fosses nasales.

Thamboo, 2017 (68)	Étude d'évaluation d'un test diagnostique	4	Évaluer la validité du test au coton dans le diagnostic du SNV.	15 patients SNV. Diagnostic de SNV sur un antécédent de chirurgie turbinale et un score ENS6Q ≥ 11. 18 patients contrôles présentant une pathologie naso-sinusienne sans SNV avec un score ENS6Q ≤ 10 (rhinosinusite chronique, obstruction nasale architecturale).	Test au coton : mise en place d'un morceau de coton (d'approximativement 1 cm de large sur 2 cm de long) en lieu et place de la structure turbinale inférieure manquante (sans anesthésie locale). Score ENS6Q avant puis 10 minutes après mise en place du coton, puis 10 minutes après son retrait. Mise en place et retrait du coton « à l'aveugle » avec fausses simulations de la mise en place et du retrait avec exclusion des patients rapportant une modification de leur ventilation nasale malgré l'absence de mise en place ou de retrait du coton pour limiter l'effet placebo => aucun patient n'a été exclu de l'étude dans ce cadre.	Différences significatives du score ENS6Q global et pour chaque item entre les groupes SNV et contrôle ($p < 0,001$) avant et après mise en place du coton : - groupe SNV : score ENS6Q moyen initial de 18,87 ± 7,54 pré-coton, 6 ± 5,75 coton *in situ*, et 19,13 ± 7,91 post-coton ; - groupe contrôle : score ENS6Q moyen initial de 4,72 ± 3,39 pré-coton, 5,06 ± 3,94 coton *in situ*, et 2,94 ± 3,36 post-coton. Amélioration en moyenne de 12,86 points du score ENS6Q des patients SNV avec coton en place. Amélioration également du score spécifique à chaque item : « *dryness* », « *lack of sensation* », « *suffocation* », « *nose feels too open* », « *nasal crusting* » et « *nasal burning* » respectivement de 2,13 ± 1,30, 2,66 ± 1,17, 1,60 ± 1,63, 2,06 ± 1,70, 2,26 ± 1,62, et 2,33 ± 1,91. Pour les patients SNV, les changements de score entre les valeurs pré-coton et coton *in situ* n'étaient pas différents des changements entre valeurs coton *in situ* et post-coton pour chaque individu, ce qui témoigne d'une bonne fiabilité et répétabilité du test. Définition d'un score MCID (différence minimum cliniquement importante) : en incluant tous les participants, le changement moyen du score ENS6Q entre les paramètres « un peu mieux » et « inchangé » était de 4,25 ± 5,79 et - 2,00 ± 3,70, définissant un score MCID de 6,25.	Le test au coton est un test validé pour établir la présence d'un SNV. Une amélioration du score ENS6Q de 7 points est le seuil calculé comme significatif cliniquement dans l'amélioration des symptômes du SNV.

Velasquez, 2017 (63)	Étude d'évaluation d'un test diagnostique	3	Valider un score diagnostique spécifique au SNV, le questionnaire ENS6Q.	Étude prospective cas-témoin : - 15 sujets avec SNV (diagnostiqués sur un inconfort nasal et/ou une obstruction nasale paradoxale malgré une perméabilité des fosses nasales, un antécédent de chirurgie turbinale, un test au coton positif) ; - 30 sujets avec rhinosinusite chronique sans polypes ; - 30 sujets sains sans antécédent de chirurgie naso-sinusienne.	Questionnaire ENS6Q en 6 items : - *dryness* ; - *sense of diminished nasal airflow* ; - *suffocation* ; - *nose feels too open* ; - *nasal crusting* ; - *nasal burning*. Score SNOT-22. 2 questionnaires répétés à 5 jours d'intervalle. Mesure de la cohérence interne par coefficient alpha de Cronbach. Étude des courbes ROC. Définition du score qui maximise la sensibilité et minimise le taux de faux positifs.	Cohérence interne de 0,93 (95 % IC, 0,90-0,95) pour l'ENS6Q et 0,94 (95 % IC, 0,94-0,96) pour le SNOT-22. Scores ENS6Q significativement plus élevés chez les patients SNV que chez les patients avec rhinosinusite chronique ou les sujets sains. L'ENS6Q était supérieur au SNOT-22 dans sa capacité à discriminer les patients SNV des patients avec rhinosinusite chronique et des sujets sains, avec une aire sous la courbe de 0,97 (IC 95 % : 0,93-1,00) contre 0,67 (IC 95 % : 0,50-0,85) et 0,80 (IC 95 % : 0,65-0,94) respectivement. Une valeur seuil a été déterminée à 10,5 sur 30. Un score ≥ 11/30 prédit de manière fiable la présence d'un SNV, avec une sensibilité de 86,7 % et une spécificité de 96,6 %.	Le score ENS6Q est un outil validé spécifique à l'aide au diagnostic du SNV.

Armanian, 2021 (69)	Étude d'évaluation d'un test diagnostique	4	Valider l'utilisation du test ENS6Q pour différencier les patients souffrant de SNV des patients souffrant d'obstruction nasale primitive (liée à une déviation septale et/ou une hypertrophie turbinale inférieure).	15 patients souffrant de SNV (groupe SNV) : diagnostiqués sur un inconfort nasal et/ou une obstruction nasale paradoxale malgré une perméabilité des fosses nasales, un antécédent de chirurgie turbinale, un test au coton positif. 30 patients souffrant d'obstruction nasale primitive (groupe PNO) : patients se plaignant d'obstruction nasale uni ou bilatérale, liée à une déviation septale et/ou une hypertrophie turbinale inférieure, sans antécédent de chirurgie naso-sinusienne.	Scores SNOT-22. Score ENS6Q. 2 questionnaires répétés à 5 jours d'intervalle. Étude des courbes ROC.	Score total ENS6Q significativement plus élevé dans le groupe SNV que dans le groupe PNO (18,9 ± 7,5 *versus* 8,9 ± 4,1, p = 0,001 lors du premier recueil, 19,5 ± 7,5 *versus* 8,6 ± 3,9, p = 0,001 lors du deuxième recueil). Les scores de certains items étaient significativement plus élevés dans le groupe SNV que dans le groupe PNO : « *dryness* », « *lack of air sensation going through your nasal cavities* », « *nose feels too open* », « *nasal burning* ». Absence de différence significative entre les deux groupes concernant les items « *suffocation* » et « *nasal crusting* ». Concernant l'item « *nose feels too open* », aucun des patients du groupe PNO n'avait de score supérieur à 0. Le score ENS6Q permettait de différencier de façon fiable les patients SNV des patients PNO, avec une aire sous la courbe égale à 0,86, avec une valeur seuil établie à 12.	À la différence de Velasquez *et al.* qui ont établi une valeur seuil à 10,5 pour discrimer les patients SNV des sujets sains ou souffrant de rhinosinusite chronique, les auteurs suggèrent de retenir une valeur seuil de 12 pour permettre de mieux différencier les patients souffrant de SNV des patients souffrant d'obstruction nasale liée à une cause septale et/ou turbinale. Les auteurs soulignent la performance de l'item « *nose feels too open* », dont le score était égal à 0 chez tous les patients ne souffrant pas de SNV.

Tableau 6. Articles portant sur les troubles psychologiques associés au SNV

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Objectif	Population/Méthode	Maladie/Phénomène/ Évènement étudié	Résultats	Discussion
Huang, 2019 (71)	Étude prospective observationnelle	4	Étudier l'association entre les items du score SNOT-25 et la sévérité des troubles anxio-dépressifs dans le SNV, avant et après réhabilitation chirurgicale.	68 patients SNV. Diagnostic sur symptômes de SNV et test au coton. Implantation sous-muqueuse de Medpor (plancher ou cloison inter-sinuso-nasale).	Score SNOT-25. Score BDI-II et BAI. 1 jour avant et 6 mois après traitement.	**Score BDI-II initial** en moyenne : 19,3 ± 15,0 48,5 % : 0-13 : normal 12,2 % : 14-19 : dépression légère 7,4 % : 20-28 : dépression modérée 30,9 % : 29-63 : dépression sévère **Score BAI initial** en moyenne : 17,7 ± 12,9 26,5 % : 0-7 : normal 20,6 % : 8-15 : anxiété légère 26,5 % : 16-25 : anxiété modérée 26,2 % : 26-63 : anxiété sévère **Étude des corrélations** Les scores BDI-II et BAI étaient significativement corrélés avec le score SNOT-25 total, et les items du SNOT-25 concernant les symptômes otologiques et faciaux, les troubles psychologiques, les troubles du sommeil, et les symptômes propres au nez vide. En revanche, il n'existait pas de corrélation avec les items rhinologiques du SNOT-25. **Après implantation** Amélioration de la plupart des items du SNOT-25 sauf « *nasal crusting* » et « *facial pain/pressure* ». Les modifications du score BDI-II étaient significativement corrélées au changement du score SNOT-25 total et des items concernant les troubles du sommeil et le nez vide, mais pas les symptômes rhinologiques. **Valeur prédictive du SNOT-25 dans le dépistage d'un**	Association forte entre SNV et troubles anxio-dépressifs : 38,3 % de dépressions modérées à sévères et 53 % de troubles anxieux modérés à sévères dans cette cohorte. Les scores d'anxiété et de dépression étaient corrélés aux troubles du sommeil et aux symptômes de nez vide. Après chirurgie de réhabilitation, l'amélioration du score de dépression était corrélée à la régression des troubles du sommeil et des symptômes de nez vide. Les auteurs en concluent que les troubles du sommeil et les symptômes du nez vide contribuent aux troubles psychologiques

						trouble anxio-dépressif (courbes ROC) AUC > 0,5 : score SNOT-25 total (AUC = 0,765, p < 0,001), items troubles du sommeil (AUC = 0,734, p < 0,001), items nez vide (AUC = 0,819, p < 0,001). Optimisation Se/Sp : score SNOT-25 total > 60 (Se 84,6 %, Sp 61,9 %), score des items troubles du sommeil > 18 (Se 73,1 %, Sp 66,7 %), score des items relatifs au nez vide > 14 (Se 75 %, Sp 81,6 %).	fréquemment retrouvés dans le SNV. Un score SNOT-25 > 60, et plus précisément un score des items troubles du sommeil > 18 et un score des items relatifs au nez vide > 14 sont prédictifs d'un trouble dépressif modéré à sévère.

Kim, 2019 (35)	Étude transversale observationnelle	4	Comparer le degré de dépression entre les patients SNV et les patients souffrant d'autres pathologies naso-sinusiennes.	24 patients SNV (groupe A) diagnostiqués sur des symptômes de nez vide et un test au coton positif comparés à : - 16 patients souffrant de rhinosinusite chronique avec polypes (groupe B) ; - 20 patients souffrant de rhinosinusite chronique sans polypes (groupe C) ; - 34 patients souffrant de rhinite allergique (groupe D).	Score BDI. Score SNOT-22. Endoscopie nasale. Rhinométrie acoustique. Test au coton.	Dépression chez 71 % des patients du groupe SNV (groupe A), à des degrés de sévérité variables, significativement plus élevés que dans les autres groupes : 19 % dans le groupe B, 15 % dans le groupe C, et 27 % dans le groupe D. Pas de corrélation significative entre volume des cavités nasales et score BDI dans le groupe SNV.	Prévalence et sévérité d'un syndrome dépressif plus élevées dans le SNV que dans d'autres pathologies naso-sinusiennes. Absence de corrélation entre la sévérité de la dépression et le volume des cavités nasales.

Manji, 2018 (66)	Étude transversale observationnelle	4	Évaluer la sévérité des troubles de la santé mentale et des déficiences fonctionnelles dans le SNV.	53 patients SNV diagnostiqués sur un score ENS6Q ≥ 11 et un antécédent de chirurgie turbinale avec une perte de substance turbinale inférieure visible au scanner.	Score PHQ-9. Score GAD-7. Score ESS. Score WPAI. Score EQ-5D-5L.	**Score PHQ-9 :** en moyenne : 17,94 ± 6,87 3,9 % : 0-4 : normal 11,3 % : 5-9 : dépression légère 16,9 % : 10-14 : dépression modérée 18,9 % : 15-19 : dépression modérée à sévère 49 % : 20-27 : dépression sévère **Score GAD-7 :** en moyenne : 12,77 ± 5,99 11,3 % : 0-4 : normal 22,8 % : 5-9 : anxiété légère 16,9 % : 10-14 : anxiété modérée 49 % : 15-21 : anxiété sévère **Score ESS :** en moyenne : 7,64 ± 6,49 41,5 % avec score ≥ 8 (valeur seuil choisie par les auteurs indiquant une somnolence devant faire évoquer un trouble du sommeil) **Score WPAI :** 62 % de réduction de la productivité au travail 65 % de réduction de la capacité à participer à des activités autres que professionnelles **Score EQ-5D-5L :** en moyenne : légers problèmes de mobilité, absence de problèmes de soins personnels, difficultés modérées pour les activités ménagères ou de loisir, niveau modéré d'anxiété ou de dépression. **Étude des corrélations :** sévérité des symptômes au score ENS6Q corrélée avec niveau élevé de dépression ($p < 0,001$), d'anxiété ($p < 0,001$), de diminution de la productivité au travail ($p < 0,001$), de douleur et inconfort général ($p = 0,002$), et de gêne dans les activités de la vie quotidienne ($p = 0,003$).	Forte prévalence de dépression et d'anxiété dans le SNV : 68 % de dépression modérée et/ou sévère et 66 % de troubles anxieux modérés ou sévères. La sévérité des symptômes du nez vide était proportionnelle à la sévérité des troubles psychiatriques.

Huang, 2022 (72)	Étude prospective observationnelle	4	étudier l'association entre les scores SNOT-25 et ENS6Q et la sévérité des troubles anxio-dépressifs dans le SNV, avant et après réhabilitation chirurgicale.	74 patients SNV. Diagnostic sur la symptomatologie et l'aspect endoscopique des fosses nasales, ainsi qu'un test au coton positif. Implantation sous-muqueuse de Medpor (plancher ou cloison inter-sinuso-nasale).	Score SNOT-25. Score BDI-II et BAI. Recueil pré-opératoire et 6 mois post-opératoires.	**Scores pré-opératoires :** SNOT-25 = 71,0 ± 21,0 ENS6Q = 15,9 ± 5,3 BDI-II = 20,6 ± 14,4 BAI = 20,1 ± 12,8 **Scores post-opératoires :** SNOT-25 = 37,9 ± 24,1 ENS6Q = 7,5 ± 5,2 BDI-II = 8,6 ± 9,4 BAI = 10,6 ± 10,1 Amélioration statistiquement significative de tous les scores en post-opératoire ($p < 0,001$). **Étude des corrélations :** corrélations fortes entre les scores SNOT-25 pré-opératoires et les scores ENS6Q pré-opératoires ($r = 0,682$, $p < 0,001$), BDI-II pré-opératoires ($r = 0,485$, $p < 0,001$), et BAI pré-opératoires ($r = 0,608$, $p < 0,001$). Corrélations faibles entre les scores SNOT-25 pré-opératoires et les scores SNOT-25 post-opératoires ($r = 0,336$, $p = 0,004$), BDI-II post-opératoires ($r = 0,266$, $p = 0,022$), et BAI post-opératoires ($r = 0,235$, $p = 0,044$). Absence de corrélation entre les scores SNOT-25 et ENS6Q post-opératoires. Corrélations fortes entre les scores ENS6Q pré-opératoires et BDI-II pré-opératoires ($r = 0,434$, $p < 0,001$), BAI pré-opératoires ($r = 0,521$, $p < 0,001$), et ENS6Q post-opératoires ($r = 0,262$, $p = 0,024$). Absence de corrélations entre les scores ENS6Q pré-opératoires et les scores BDI-II et BAI post-opératoires. **Valeur prédictive du SNOT-25 et de l'ENS6Q dans le dépistage d'un trouble anxio-dépressif** (étude des courbes ROC). Aire sous la courbe > 0,5 pour le score SNOT-25 pré-opératoire et l'anxiété post-opératoire (AUC = 0,695,	Le score SNOT-25 pré-opératoire semble mieux corrélé à l'état psychologique post-opératoire que le score ENS6Q. Des scores SNOT-25 > 70 et > 74 sont prédictifs de la présence respectivement de troubles anxieux et dépressifs en post-opératoire.

						p = 0,016) et la dépression modérée à sévère post-opératoire (AUC = 0,789, p < 0,001). Valeur seuil optimale (maximisation Se/Sp) : score SNOT-25 > 71 en prédiction d'une anxiété post-opératoire modérée à sévère (Se : 75,0 %, bSp : 53,7 %) et un score SNOT-25 > 74 en prédiction d'une dépression post-opératoire modérée à sévère (Se : 88,9 %, Sp : 63,1 %).	

Huang, 2022 (74)	Étude prospective observationnelle	4	Évaluer la prévalence de la présence d'idées suicidaires chez les patients SNV et identifier des facteurs de risque de présence d'idées suicidaires chez ces patients.	62 patients SNV. Diagnostic sur la symptomatologie et l'aspect endoscopique des fosses nasales, ainsi qu'un test au coton positif. Implantation sous-muqueuse de Medpor (cloison inter-sinuso-nasale).	Score ENS6Q. Score SNOT-25. Score BAI. Score BDI-II. Présence d'idées suicidaires évaluée par l'item n° 9 du BDI-II : 0 Je ne pense pas du tout à me suicider 1 Il m'arrive de penser à me suicider, mais je ne le ferai pas 2 J'aimerais me suicider 3 Je me suiciderais si l'occasion se présentait Avant et 6 mois après reconstruction chirurgicale.	**Présence d'idées suicidaires chez 23 des 62 patients SNV inclus :** 20 patients avec score de 1 (Il m'arrive de penser à me suicider, mais je ne le ferai pas) 2 patients avec score de 2 (J'aimerais me suicider) 1 patient avec score de 3 (Je me suiciderais si l'occasion se présentait) 4 patients présentaient des idées suicidaires après traitement chirurgical. **Différences significatives des scores SNOT-25, ENS6Q, BAI et BDI-II pré-opératoires entre les patients sans idées suicidaires et les patients avec idées suicidaires :** SNOT-25 : 66,9 ± 20,7 *versus* 80,8 ± 20,2 (p = 0,041) ENS6Q : 15,3 ± 5,0 *versus* 18,3 ± 4,9 (p = 0,018) BDI-II : 14,7 ± 10,8 *versus* 34,3 ± 13,0 (p < 0,001) BAI : 15,7 ± 10,2 *versus* 30,1 ± 12,3 (p < 0,001) Absence de différence significative des 4 scores post-opératoires entre les deux groupes. **Item « *nose feels too open* » du score ENS6Q pré-opératoire significativement différent entre les patients sans idées suicidaires et les patients avec idées suicidaires** : 1,3 ± 1,7 *versus* 3,2 ± 2,0 (p < 0,001). Absence de différence significative pour les autres items du score ENS6Q. **Utilisation des scores SNOT-25, ENS6Q, BAI, BDI-II, et l'item « *nose feels too open* » de l'ENS6Q pour prédire la présence d'idées suicidaires (courbes ROC)** : AUC > 0,5 : SNOT-25 (AUC = 0,657, p = 0,029), ENS6Q (AUC = 0,681, p = 0,009), BAI scores (AUC = 0,817, p < 0,001), BDI-II scores (AUC = 0,884, p < 0,001), et « *nose feels too open* » (AUC = 0,745, p < 0,001). Optimisation Se/Sp : score SNOT-25 > 91 (Se = 34,8 %,	Présence d'idées suicidaires chez 37,1 % des patients SNV de cette étude. Ces patients présentaient des symptômes plus sévères, une altération de leur qualité de vie et des troubles psychologiques plus importants que les patients qui n'avaient pas d'idées suicidaires. Des scores SNOT-25 > 91, ENS6Q > 15 BAI > 25, et BDI-II > 26 semblent prédictifs de la présence d'idées suicidaires. Un score > 3 à l'item « *nose feels too open* » du score ENS6Q était significativement associé à la présence d'idées suicidaires chez les patients SNV.

						Sp = 92,3 %), score ENS6Q > 15 (Se = 69,9 %, Sp = 69,2 %), score BAI > 25 (Se = 69,9 %, Sp = 82,1 %), score BDI-II > 26 (Se = 82,6 %, Sp = 84,6 %), et item « *nose feels too open* » > 3 (Se = 60,9 %, Sp = 87,2 %).

Lamb, 2022 (73)	Étude transversale observationnelle	4	Étudier la santé mentale des patients SNV en comparaison avec les patients souffrant de rhinite ou rhinosinusite chronique (CRS/CR).	58 patients SNV. 58 patients souffrant de rhinite ou rhinosinusite chronique (CRS/CR).	Score ENS6Q. Score RSDI (*Rhinosinusitis Disability Index*). Score *Obsessive-Compulsive Inventory-Revised* (OCI-R). Scores *Patient Health Questionnaire* (PHQ) : PHQ-9, PHQ-7, PHQ-15.	**Score ENS6Q** Scores moyens plus élevés chez les patients SNV : 19,5 (IC 95 % : 18,41-20,63) que les patients CRS/CR : 4,45 (IC 95 % : 3,66-5,23), p < 0,0001. **Score RSDI** Scores moyens plus élevés chez les patients SNV : 78,6 (IC 95 % : 72,8-84,5) que chez les patients CRS/CR : 25,2 (IC 95 % : 18,6-31,8), p < 0,0001. Scores également plus élevés de façon significative pour chaque sous-partie du test (émotionnel, fonctionnel, physique) chez les sujets SNV. **Score OCI-R** Scores moyens des patients SNV et CRS/CR < 21 (seuil diagnostic de trouble obsessionnel compulsif) sans différence significative entre les deux groupes. **Score PHQ-9 (dépression)** Scores moyens plus élevés chez les patients SNV : 15,35 (IC 95 % : 13,40-17,29) que chez les patients CRS/CR : 4,24 (IC 95 % : 2,91-5,58), p < 0,05. 28,57 % de dépression sévère, 14,28 % de dépression modérée à sévère et 38,78 % de dépression modérée chez les patients SNV *versus* 13,79 % de dépression modérée à sévère et 17,224 % de dépression légère chez les patients CRS/CR. **Score PHQ-7 (anxiété)** Scores moyens plus élevés chez les patients SNV : 60 que chez les patients CRS/CR : 7,02, p < 0,0001. 60 % de troubles anxieux généralisés chez les patients SNV *versus* 7,02 % chez les patients CRS/CR (p < 0,0001). **Score PHQ-15 (somatisation)** Scores moyens plus élevés chez les patients SNV : 53,06 que chez les patients CRS/CR : 14,04, p < 0,0001. 53 % des patients SNV atteignaient le seuil diagnostic	Prévalence plus élevée de troubles anxio-dépressifs chez les sujets SNV que chez les sujets souffrant de rhinosinusite chronique. Altération de la qualité de vie. 53 % de trouble de somatisation chez les patients SNV.

						de trouble de somatisation *versus* 14 % des patients CRS/CR (p < 0,0001).	

Tian, 2021 (76)	Étude prospective observationnelle	4	Évaluer l'efficacité d'une prise en charge psychosomatique dans le traitement des SNV secondaires à des turbinoplasties sans perte de substance turbinale objectivée.	28 patients souffrant de SNV : - secondaires à des chirurgies endonasales (chirurgies sinusiennes, polypectomies, turbinoplasties sous-muqueuses ou par radiofréquence ou pas coblation, septoplasties) ; - sans perte de substance turbinale objectivée à l'endoscopie ni à la tomodensitométrie ; - avec normalité de la rhinométrie acoustique et de la rhinomanométrie ; - avec test au coton positif ; - avec des symptômes spécifiques (scores ENS6Q et SNOT-25). Prise en charge psychosomatique en 4 étapes : - construction d'une relation thérapeutique de confiance mutuelle, permettant de surmonter le scepticisme initial ;	Score SNOT-25. Score PHQ-15 (15-*item Patient Health Questionnaire*) pour l'évaluation des troubles de somatisation. Score PHQ-9 (9-*item Patient Health Questionnaire*) pour l'évaluation de la dépression. Score GAD-7 (*Generalized Anxiety Disorder*) pour évaluer l'anxiété. Recueils à la visite initiale, puis à 3 et 12 mois.	**Score SNOT-25** Le score SNOT-25 moyen est significativement amélioré après traitement, passant de 64,89 ± 5,02 initialement à 46,5 ± 6,34 à 3 mois et 21,6 ± 8,07 à 12 mois ($p < 0,001$). Les 5 items les plus fréquemment rapportés initialement étaient « *nose is too open* », « *waking up at night* », « *lack of a good night's sleep* », « *difficulty falling asleep* » et « *reduced concentration* ». Les scores de ces 5 items étaient significativement plus faibles à la visite des 3 mois et des 12 mois que lors de la visite initiale ($p < 0,01$). **Score PHQ-15** Initialement : 6 patients avec trouble de somatisation sévère, 11 patients avec trouble de somatisation modéré, et 10 patients avec trouble de somatisation léger. Après traitement : amélioration significative du score moyen PHQ-15, passant de 11,14 (modéré) initialement, à 3,07 (normal) à 12 mois ($p < 0,0001$). **Score PHQ-9** Initialement : 6 patients avec syndrome dépressif modéré à sévère, 13 patients avec syndrome dépressif modéré, 8 patients avec syndrome dépressif léger, 1 patient avec absence de syndrome dépressif. Après traitement : amélioration significative du score moyen PHQ-9, passant de 10,64 (syndrome dépressif modéré) initialement, à 1,96 (normal) à 12 mois ($p < 0,0001$). **Score GAD-7** Initialement : 11 patients avec trouble anxieux modéré à sévère, 16 patients avec trouble anxieux modéré, 1 patient avec trouble anxieux léger. Après traitement : amélioration significative du score moyen GAD-7, passant de 10,54 (trouble anxieux modéré) initialement, à 1,54 (normal) à 12 mois ($p < 0,001$).	Les patients souffrant de SNV de type ENS-type (patient ayant un antécédent de turbinoplastie, sans perte de substance turbinale identifiable) répondant au diagnostic de trouble de somatisation peuvent bénéficier d'une prise en charge psychologique (thérapie cognitivo-comportementale) associée à un traitement antidépresseur.

				- thérapie cognitive pour traiter les principales croyances dysfonctionnelles (notamment que l'inconfort nasal était surtout causé par la chirurgie endonasale) ; - thérapie comportementale pour prendre en charge certaines habitudes telles que les lavages de nez itératifs ; - traitement antidépresseur prescrit pour traiter les troubles anxio-dépressifs.			

Tableau 7. Articles portant sur le traitement du SNV

Auteur, Année, Référence	Type d'étude	Niveau de preuve	Population	Traitement étudié	Critère de jugement	Résultats	Discussion/Conclusion
Bastier, 2016 (36)	Étude prospective observationnelle	4	14 patients présentant une obstruction nasale paradoxale résistante à plusieurs traitements médicaux : - après turbinectomie inférieure (10 patients) ; - après turbinoplastie (3 patients) ; - après réduction du volume turbinal par radiofréquence (1 patient).	SINUS-UP implant (Kasios, Launaguet, France) composé de bêta-tricalcium phosphate non poreux. Incision vestibulaire bilatérale, décollement sous-périosté jusqu'aux orifices piriformes et positionnement sous-muqueux le long de la cloison inter-sinuso-nasale.	Questionnaire NOSE (*Nasal Obstruction Symptom Evaluation*). Questionnaire RhinoQol (*Rhinosinusitis Quality of Life*). Endoscopie nasale.	Suivi moyen 19,4 ± 13,4 mois (3,6-49 mois). Disparition ou diminution des croûtes chez 5 des 9 patients qui en souffraient en pré-opératoire. Exposition de matériel observée chez un patient, sans complication infectieuse ni extrusion. Absence de complication sur la voie lacrymale. 2e intervention nécessaire chez deux patients (un patient ressentant une diminution du confort nasal après deux ans post-opératoires ayant nécessité le remplacement de l'implant pour un implant plus volumineux, un patient présentant des implants initialement mal positionnés ayant nécessité leur remplacement en bonne position). NOSE : score total 73,93 ± 21,85 en pré-opératoire *versus* 34,64 ± 28,59 en post-opératoire	Le B-tricalcium phosphate semble être une option intéressante en microplastie endonasale, car il présente une bonne tolérance et des résultats stables à long terme.

						(p = 0,001). RhinoQol *frequency* : score total 44,64 ± 17,14 en pré-opératoire *versus* 34,82 ± 20,32 en post-opératoire (p = 0,007). RhinoQol *bothersomeness* : score total 43,57 ± 22,44 en pré-opératoire *versus* 70,71 ± 21,53 en post-opératoire (p = 0,005). RhinoQol *impact* : score total 59,92 ± 21,15 en pré-opératoire *versus* 27,18 ± 25,3 en post-opératoire (p = 0,001).

Borchard, 2019 (57)	Étude prospective observationnelle	4	14 patients inclus entre juillet 2014 et mai 2018. Les patients se plaignaient d'obstruction nasale paradoxale, avaient un antécédent de turbinectomie avec une perte de tissu turbinal inférieur à l'examen clinique, un score ENS6Q *(Nose Syndrome 6-item Questionnaire)* ≥ 11 et un test au coton positif.	Carboxyméthylcellulose/glycerin gel (Prolaryn®, Merz, Raleigh, NC). Injections multiples à la partie antérieure du plancher de la fosse nasale et de la cloison intersinuso-nasale, en fonction de la perte de tissu et du résultat du test au coton. Entre 0,4 et 0,8 mL étaient injectés en 4 ou 5 injections par côté.	ENS6Q, SNOT-22 *(22-item Sino-Nasal Outcome Test)*, GAD-7 *(Generalized Anxiety Disorder 7-item Scale)*, PHQ-9 *(Patient Health Questionnaire-9)*. Recueils à une semaine, 1 mois et 3 mois post-opératoires.	Le score ENS6Q moyen était réduit après injection : 20,8 ± 4,9 en pré-opératoire, 10,5 à une semaine post-opératoire (p < 0,0001), 13,7 à un mois post-opératoire (p = 0,0023), 15,5 à 3 mois post-opératoires (p > 0,05). Le score SNOT-22 moyen était réduit après injection : 50,3 ± 15,2 en pré-opératoire, 29,3 à une semaine post-opératoire (p = 0,01), 35,5 à un mois post-opératoire (p = 0,04), 39,3 à 3 mois post-opératoires (p > 0,05). Le score GAD-7 était réduit après injection : 8,6 en pré-opératoire, 5,4 à une semaine post-opératoire (p > 0,05), 4,9 à un mois post-opératoire (p = 0,02), 5 à 3 mois post-opératoires (p = 0,02). Le score PHQ-9 était réduit après injection :	Le CMC/glycerin gel est un choix intéressant d'implant temporaire du fait de sa résorption au bout de 2 à 3 mois et de sa bonne tolérance. Les limites de son utilisation sont la limitation du volume pouvant être utilisé, le contrôle imparfait de la modification apportée, et sa nature résorbable. Son utilisation facile sous anesthésie locale dans une procédure ambulatoire est intéressante pour améliorer rapidement les symptômes des patients dans l'attente d'une chirurgie d'implantation plus durable.

						11,6 en pré-opératoire, 6,6 à une semaine post-opératoire (p = 0,01), 7 à un mois post-opératoire (p = 0,004), 7,9 à 3 mois post-opératoires (p > 0,05). Absence de complications.	

Fu, 2019 (33)	Étude prospective comparative non randomisée	4	19 patients SNV. Diagnostic de SNV sur des signes cliniques, un antécédent de turbinectomie, et un test au coton positif. Comparaison à 12 patients souffrant de rhinite chronique hypertrophique, bénéficiant d'une turbinoplastie.	Implant sous-muqueux de Medpor.	Score SNOT-22. Score BDI-II. Score BAI. nNO (*nasal Nitric Oxyde*) (comparaison à un groupe de sujets sains). Mesures à 3, 6 et 12 mois post-opératoires.	Scores pré-opératoires : SNOT-22 similaires pour les deux groupes. ENS : 65 (14-88) *versus* CHR : 51 (12-74), p = 0,156. BDI-II et BAI significativement plus élevés chez les SNV. BDI-II : ENS : 15 (5-52) *versus* CHR : 8 (0-18), p = 0,007. BAI : ENS : 21 (1-42) *versus* CHR : 2,5 (0-26), p = 0,005. nNO : - pré-op : significativement plus bas chez SNV que chez CHR (p = 0,015) ; - post-op : SNV : augmentation significative dès 3 mois post-opératoires puis stable (p = 0,015). CHR : inchangé. Persistance de nNO plus bas chez les SNV que chez les CHR en post-opératoire (p = 0,001). Amélioration significative des scores SNOT-22 post-opératoires chez les SNV et les CHR dès 3 mois post-opératoires (p < 0,001). Amélioration significative des scores BDI-II et BAI post-	Le niveau de nNO dans la muqueuse nasale pourrait être le premier paramètre objectif permettant d'évaluer les résultats de réhabilitation chirurgicale du SNV.

						opératoires chez les SNV dès 3 mois post-opératoires ($p < 0,001$). Chez les SNV, corrélation entre l'augmentation du nNO et l'amélioration des scores BDI-II et BAI après chirurgie ($p = 0,025$ et 0,035) mais pas avec le score SNOT-22. Chez les CHR, corrélation entre l'augmentation du nNO et le score SNOT-22 ($p = 0,004$) mais pas les scores BDI-II ou BAI.

Houser, 2007 (8)	Étude prospective observationnelle	4	11 sujets SNV inclus mais 3 perdus de vue. SNV diagnostiqué sur la symptomatologie (obstruction nasale paradoxale, dyspnée, sécheresse, souvent dépression) et l'examen physique. Les patients étaient classés en 4 catégories : - ENS-IT (turbinectomie inférieure totale ou subtotale) ; - ENS-MT (turbinectomie moyenne totale ou subtotale) ; - ENS-both (résection complète ou partielle des cornets inférieur et moyen) ; - ENS-type : patients ayant un antécédent de turbinectomie, présentant des symptômes de SNV qui s'améliorent avec le	Derme acellulaire (AlloDerm ; LifeCell ; Branchburg, New Jersey). Pour les patients ENS-type : implant sous-muqueux dans le cornet inférieur. Pour les patients ENS-MT : implant placé en sous-périchondral et sous-périosté et suturé sur le septum nasal en regard de la perte de substance du cornet moyen. Pour les patients ENS-IT : implant placé sur le	Score SNOT-20 à 3 et 6 mois post-opératoires.	Suivi entre 6 mois et 4 ans selon les patients. Pas de nouveau symptôme développé après implantation. Les valeurs du SNOT-20 relatives à la dépression (tristesse, irritabilité, troubles du sommeil) avaient tendance à s'améliorer après implantation. Le score SNOT-20 moyen avant *versus* après implantation était de 58,3 (16,6 SD) *versus* 38,3 (17,4 SD) ($p \leq 0,02$). 2 patients ont présenté une exposition mineure de l'implant dans les deux premières semaines, mais la cicatrisation s'est ensuite déroulée sans séquelles ni infection.	Il est indispensable de pratiquer un test au coton avant implantation. La douleur est le symptôme semblant le moins amélioré par la chirurgie de réhabilitation.

			test au coton, chez qui l'endoscopie nasale ne met pas en évidence de perte de substance turbinale. Avant implantation, tous les patients bénéficiaient d'un traitement médical avec humidification muqueuse maximale, poursuivi en post-opératoire. Un geste chirurgical n'était envisagé qu'après un recul d'un an après toute chirurgie turbinale. Un test au coton était utilisé pour définir la meilleure taille et le meilleur positionnement de l'implant.	septum ou sur le plancher de la fosse nasale en regard de la tête du cornet inférieur manquant, en faisant attention de ne pas obstruer l'ostium de la voie lacrymale. Le volume implanté dépendait du volume de tissu manquant et des résultats du test au coton.			

Huang, 2020 (37)	Étude prospective observationnelle	4	54 patients SNV ayant bénéficié de microplastie endonasale entre 2015 et 2018. SNV diagnostiqué sur la symptomatologie telle que la présence d'une obstruction nasale paradoxale, des séquelles de turbinectomie (à l'endoscopie +/- à l'imagerie), et un test au coton.	Medpor Implant positionné en sous-muqueux sur la cloison intersinuso-nasale ou au plancher de la fosse nasale.	Suivi à 3, 6 et 12 mois post-opératoires. Score SNOT-25. Score BDI-II. Score BAI.	**Diminution significative du score total SNOT-25 à 3, 6 et 12 mois post-opératoires :** 64,9 ± 24,7 en pré-opératoire *versus* 32,9 ± 20,7 à 3 mois post-opératoires, 30,2 ± 22,9 à 6 mois post-opératoires, et 29,1 ± 23,8 à 12 mois post-opératoires ($p < 0,01$). **Diminution significative du score total BAI à 3, 6 et 12 mois post-opératoires :** 19,8 ± 13,3 en pré-opératoire *versus* 8,5 ± 9,8 à 3 mois post-opératoires, 9,6 ± 11,0 à 6 mois post-opératoires, et 8,7 ± 10,0 à 12 mois post-opératoires ($p < 0,01$). **Diminution significative du score total BDI-II à 3, 6 et 12 mois post-opératoires :** 20,7 ± 15,3 en pré-opératoire *versus* 8,2 ± 11,2 à 3 mois post-opératoires, 8,0 ± 9,8 à 6 mois post-opératoires, et 7,8 ± 10,7 à 12 mois post-opératoires ($p < 0,01$). **En analyse univariée, le score SNOT-**25 **à 6 mois post-**	Les auteurs estiment que le statut anxio-dépressif des patients SNV est le facteur prédictif le plus important des résultats d'une chirurgie de réhabilitation et pourrait prédire la persistance de symptômes après chirurgie. Des scores BDI-II > 28,5 et BAI > 20,5 sont prédictifs de la persistance de symptomatologie après chirurgie de réhabilitation. Une prise en charge psychologique appropriée en pré-opératoire pourrait optimiser les résultats chirurgicaux.

						opératoires était significativement associé aux scores BDI-II et BAI pré-opératoires (β = 0,64 et 0,87 ; p = 0,006 et < 0,001, respectivement). **En analyse multivariée, seul le score BAI pré-opératoire était significativement associé au score SNOT-25 à 6 mois post-opératoires** (β = 0,49, p = 0,036). Une étude des corrélations de Spearman a également retrouvé une corrélation forte entre les scores SNOT-25 post-opératoires et les scores BDI-II et BAI post-opératoires (rs = 0,751 et 0,884, p < 0,001). **Étude des courbes ROC :** score BDI-II pré-opératoire (AUC = 0,695, p = 0,043) et score BAI pré-opératoire (AUC = 0,737, p = 0,014), score BDI-II > 28,5 : *sensitivity* : 61,5 %, *specificity* : 71,9 %, score BAI > 20,5 : *sensitivity* : 76,9 %, *specificity* : 56,2 %.

Jang, 2011 (38)	Étude rétrospective observationnelle	4	17 patients SNV ayant bénéficié de microplastie endonasale entre octobre 2006 et novembre 2010. Diagnostic de SNV établi sur une symptomatologie caractéristique, un antécédent de turbinectomie partielle ou totale, et à l'endoscopie des structures turbinales partiellement ou totalement absentes. 5 patients non évalués cliniquement (seulement radiologiquement) en raison d'un suivi insuffisant ou de modalités de traitement différentes.	Cartilage : - septal si possible, en laissant 1 à 1,5 cm antérieur et supérieur ; - de conque si prise de cartilage septal impossible (antécédent de septoplastie) ; - costal autologue ou homologue. Implant positionné en sous-muqueux sur la cloison intersinuso-nasale sous le reliquat de cornet inférieur restant, en préservant l'ostium de la voie lacrymale.	Amélioration de la symptomatologie ressentie par le patient.	Suivi moyen de 11,8 mois (entre 6 et 27 mois selon les patients). 9 patients sur 12 se disaient satisfaits des résultats de la chirurgie. Amélioration des symptômes exprimés avant chirurgie (exprimée en EVA) : - débit d'air excessif (n = 7) : 8,86 ± 1,26 pré-op *versus* 2,71 ± 3,36 post-op (p = 0,027) ; - obstruction nasale (n = 6) : 8,0 ± 2,57 pré-op *versus* 3,0 ± 2,0 post-op (p = 0,028) ; - douleur nasale ou faciale (n = 6) : 8,33 ± 1,37 pré-op *versus* 2,33 ± 3,39 post-op (p = 0,042) ; - rhinorrhée (n = 3) : 7,0 ± 3,61 pré-op *versus* 4,67 ± 3,06 post-op (p = 0,180) ; - céphalées (n = 2) : 8,5 ± 2,12 pré-op *versus* 0 post-op (p = 0,180). Une sous-correction a été observée chez 3 patients, dont deux ont bénéficié d'une deuxième intervention avec addition de cartilage de conque contro-latéral.	Les auteurs estiment que l'usage de cartilage pour les microplasties endonasales permettait d'améliorer les symptômes des patients SNV avec un faible taux de complications et une meilleure tolérance qu'un matériel synthétique. Le prélèvement de cartilage peut être responsable d'une morbidité, particulièrement parce que le cartilage d'une seule conque peut s'avérer insuffisant. De plus, le cartilage implanté tend à se résorber dans la durée. Pour les auteurs, le positionnement de l'implant au niveau du tiers postérieur ou de la moitié postérieure de la cavité

							nasale était suffisant.

Jiang, 2013 (77)	Étude prospective observationnelle	4	19 patients SNV. 15 hommes, 4 femmes. Moyenne d'âge 32,2 ans (18-64 ans). Les patients présentaient des symptômes tels que sensation d'un débit d'air excessif, obstruction nasale paradoxale, douleur nasale ou faciale à l'inspiration, croûtes, sécheresse, troubles du sommeil, dépression. Tous les patients avaient un antécédent de turbinectomie partielle ou totale. L'endoscopie nasale et le scanner retrouvaient des cornets inférieurs partiellement ou totalement manquants. Avant implantation, les patients	Medpor (Porex Surgical Inc., Newnam, GA). Implant positionné en sous-muqueux sur la cloison intersinuso-nasale sous le reliquat de cornet inférieur restant, et pour certains patients plus gravement atteints, également sur le plancher de la fosse nasale et sur le septum en face du cornet inférieur manquant. 1 à 4 pièces implantées dans chaque cavité (de 3 à 13 x 20 à 38 x	Suivi à 3, 6 et 12 mois post-opératoires. Symptomatologie exprimée. Scores SNOT-20 (*Sino-Nasal Outcome Test*). Endoscopie. Scanner. Rhinométrie acoustique (résistances nasales ou NAR, volume nasal ou NV, et aire de section minimum ou MCA). Clairance muco-ciliaire.	Pas de déplacement ni de résorption d'implant. Une extrusion partielle. Pas de réaction inflammatoire ni allergique. Tous les patients ont ressenti une amélioration clinique, ressentant moins de dyspnée, moins de sécheresse et de croûtes. Scores SNOT-20 : 50,1 (± 18,7) pré-opératoire *versus* 22,6 (± 15,8) à 3 mois post-opératoires, 20,4 (± 18,9) à 6 mois post-opératoires, et 37,7 (± 7,6) à un an post-opératoire. Différence non statistiquement significative à un an post-opératoire ($p = 0,736$), mais significative à 3 mois ($p = 0,037$) et à 6 mois ($p = 0,007$) post-opératoires. Différences significatives avant et 6 mois après chirurgie sur les items « sécheresse » ($p < 0,001$) et « difficultés à respirer par le nez » ($p = 0,01$). Différence significative concernant l'item « nez trop ouvert » à 3 mois ($p = 0,002$) et 6 mois ($p = 0,006$).	Les patients avaient tous une augmentation des résistances nasales après chirurgie. Selon les auteurs, les cornets inférieurs sont les structures principales responsables de la résistance nasale qui est indispensable au bon fonctionnement pulmonaire. Leur reconstruction permet d'augmenter la surface de contact entre l'air inspiré et la muqueuse nasale et optimise ainsi la fonction respiratoire nasale. Le rétrécissement du calibre des fosses nasales après mise en place d'un implant entraîne un débit d'air inspiré moins important et donc moins de croûtes et de sécheresse

			bénéficiaient de soins permettant une hydratation maximale, et devaient attendre un an après la dernière chirurgie turbinale.	3 mm). Suture et méchage de 1 à 2 jours. Antibiothérapie prophylactique une semaine.		Pas de différence significative sur les items « suffocation » et « croûtes nasales ». Pas de différence significative de la clairance muco-ciliaire avant et après chirurgie. NAR augmenté de 1,03 cmH2O/L/Mi (± 0,64) en pré-opératoire à 1,91 (± 0,73) à un an post-opératoire (p = 0,048). Pas de différence significative à 3 et 6 mois post-opératoires. MCA diminuée de 0,67 cm^2 (± 0,10) en pré-opératoire à 0,40 (± 0,11) à un an post-opératoire (p = 0,006). Pas de différence significative à 3 et 6 mois post-opératoires. NV diminué de 19,02 cc (± 4,65) en pré-opératoire à 0,51 (± 0,85) à 3 mois post-opératoires (p = 0,029) et à 11,33 (± 2,62) à un an post-opératoire (p = 0,035). Pas de différence significative à 6 mois post-opératoires.	muqueuse. Pour les auteurs, le Medpor est supérieur aux autres matériaux synthétiques ou au cartilage, avec un risque réduit de migration et d'infection, un potentiel de néovascularisation, et la disponibilité de formes préfabriquées adaptées.

Jiang, 2014 (39)	Étude rétrospective observationnelle	4	24 patients SNV, 18 hommes, 6 femmes. Moyenne d'âge 32,4 ans (18-64 ans). Les critères d'inclusion étaient : 1) une symptomatologie caractéristique (sensation d'un débit d'air excessif, obstruction nasale paradoxale, douleur nasale ou faciale à l'inspiration, croûtes, dépression) ; 2) un antécédent de turbinectomie partielle ou totale ; 3) une absence de structure turbinale à l'endoscopie des fosses nasales et au scanner. Les patients pour lesquels l'antécédent de turbinectomie remontait à moins de 2 ans étaient exclus.	Medpor (Porex Surgical Inc., Newnam, GA). Implant positionné en sous-muqueux sur la cloison inter-sinuso-nasale sous le reliquat de cornet inférieur restant, et pour certains patients plus gravement atteints, également sur le plancher de la fosse nasale et sur le septum en face du cornet inférieur manquant. 1 à 4 pièces implantées dans chaque cavité (de 3 à 13 x 20 à 38 x	SNOT-25 (*Sino-Nasal Outcome Test*) à 3, 6 et 12 mois post-opératoires.	5 patients ont bénéficié d'un implant à gauche, 4 patients ont bénéficié d'un implant à droite, et 15 patients ont bénéficié d'une implantation bilatérale. Le score total SNOT-25 était significativement plus bas à 3, 6 et 12 mois post-opératoires qu'en pré-opératoire ($p = 0,045$, $< 0,001$, et $< 0,001$ respectivement) avec des différences entre le score pré-opératoire et les scores à 3, 6 et 12 mois post-opératoires respectivement de 18,71 points, 37,62 points et 40,56 points. Les 5 items du score SNOT-25 le plus fréquemment notés comme importants en pré-opératoire étaient « asthénie », « baisse de la concentration », « tristesse de l'humeur », « sécheresse », et « le nez est trop ouvert ». Les scores spécifiques à ces 5 items étaient significativement réduits en post-opératoire comparativement au pré-opératoire. Le score de Cronbach était de 0,9 ($p < 0,001$), suggérant une	Les auteurs concluent que la chirurgie de reconstruction des cornets inférieurs permet d'améliorer significativement la symptomatologie nasale ainsi que les désordres psychologiques des patients SNV. La chirurgie de réhabilitation a un impact positif sur l'état psychologique des patients. L'utilisation du SNOT-25 est un outil utile dans l'évaluation des résultats de la chirurgie de réhabilitation du SNV, puisqu'il comprend une liste détaillée de symptômes exprimés par les patients SNV et peut être rempli en seulement deux minutes. La cohérence interne élevée et la bonne reproductibilité de

				3 mm). Suture et méchage de 1 à 2 jours. Antibiothérapie prophylactique une semaine.		bonne cohérence interne du score SNOT-25. 15 patients ayant complété le SNOT-25 à 6 mois post-opératoires ont été contactés par mail et ont rempli de nouveau le test 2 semaines et 4 semaines plus tard. Le coefficient de corrélation de Pearson a retrouvé une forte corrélation entre les scores à 2 et 4 semaines ($r = 0,9$, $p < 0,01$).	ce test permettent son application clinique. Selon les auteurs, une limitation de leur étude est que certains participants ont interrompu leur suivi dans la première année post-opératoire. La perte de ces données peut être source d'un biais si les patients se sont retirés de l'étude pour une raison reliée à ce traitement.

Jung, 2013 (60)	Étude rétrospective observationnelle	4	31 patients ayant bénéficié d'une microplastie endonasale entre mai 2008 et juillet 2012. 17 patients avec implant de cartilage de conque. 14 patients avec implant de cartilage costal. Diagnostic de SNV basé sur un antécédent de chirurgie de réduction turbinale, une perte de tissu turbinal inférieur à l'endoscopie des fosses nasales, et des symptômes caractéristiques (débit d'air excessif, obstruction nasale, douleur nasale ou faciale à l'inspiration, céphalées).	Cartilage de conque ou costal. Un cartilage de conque était utilisé pour les pertes de substances de petit volume, un cartilage de côte pour les pertes de substance de gros volume, basé sur l'évaluation pré-opératoire du chirurgien. En cours d'étude, l'utilisation du cartilage costal a augmenté devant l'observation de meilleurs résultats en utilisant ce matériel.	SNOT-25 (*Sino-Nasal Outcome Test*) entre 6 et 11 mois post-opératoires. Recueils à 6 et 12 mois post-opératoires.	Diminution significative du score SNOT-25 dans les deux groupes ($p < 0,05$). Dans le groupe « cartilage de conque » : de 54 (EI 25-75 % = 45,0-67,5) en pré-opératoire à 35,9 (EI 25-75 % = 24,0-51,5) en post-opératoire ($p = 0,007$). Dans le groupe « cartilage costal » : de 43,8 (EI 25-75 % = 27,0-57,8) en pré-opératoire à 21,9 (EI 25-75 % = 9,0-40,8) en post-opératoire ($p = 0,002$). Amélioration significativement plus importante dans le groupe « cartilage costal » que le groupe « cartilage de conque » ($p = 0,023$). Dans le groupe « cartilage de conque », amélioration significative des items *reduced productivity, reduced concentration, and frustration/ irritability* ($p < 0,05$). Dans le groupe « cartilage costal », amélioration significative des 3 items améliorés dans le groupe « cartilage de conque » et également des items *runny nose, postnasal discharge,*	Le cartilage costal est plus efficace que le cartilage de conque dans la réhabilitation chirurgicale du SNV. Meilleure amélioration du score SNOT-25 et également des items fonctionnels rhinologiques.

				Implant positionné en sous-muco-périosté en regard de la cloison inter-sinuso-nasale.		*waking up at night, dryness, difficulty with nasal breathing, nose being too open, and nasal crusting* ($p < 0,05$). Absence de complications (infection, extrusion, réaction allergique).	
Kim, 2018 (61)	Étude prospective observationnelle	4	9 patients SNV. Diagnostic de ENV sur un antécédent de chirurgie de réduction du volume turbinal, un test au coton positif, des séquelles de turbinectomie à l'endoscopie des fosses nasales et au scanner, et la présence d'une symptomatologie évocatrice.	Fraction vasculaire stromale autologue (SVF). SVF obtenue par prélèvement de graisse abdominale, réaction enzymatique par collagénase,	Score SNOT-25 à 2 semaines, 1 mois, 2 mois, 3 mois et 6 mois post-opératoires. Satisfaction du patient. Complications post-opératoires.	Score SNOT-25 moyen à 6 mois post-opératoires (64,2 ± 35,8) non significativement différent du score moyen pré-opératoire (70,1 ± 24,7, $p > 0,05$). Questionnaire de satisfaction : deux patients (soit 22 % des patients) ressentant une amélioration, 78 % ne ressentant aucune amélioration. Pour les deux patients se sentant améliorés, score SNOT-25 moyen à 6 mois égal à 19,5	Explications proposées par les auteurs pour le manque d'efficacité observée : une injection unique pourrait ne pas suffire. Du fait de la morbidité du prélèvement de graisse, l'utilisation de cellules souches pourrait être une alternative intéressante.

			Les patients qui avaient un antécédent de turbinectomie totale radicale étaient exclus car considérés comme meilleurs candidats à une reconstruction par du cartilage costal.	centrifugation, filtration et dilution. Injection de SVF à la partie médiale des deux cornets inférieurs.	Sécrétions nasales étudiées 2 mois avant et 6 mois après injection, comparaison avec un groupe contrôle de 5 sujets sains.	contre un score moyen de 55 en pré-opératoire. Étude des sécrétions nasales : niveaux d'interleukines (IL)-1β, IL-8, et *calcitonin gene-related peptide* significativement plus élevés chez les patients SNV ($p < 0,001$). À 6 mois après injection, les concentrations d'IL-1β et d'IL-8 étaient significativement réduites ($p < 0,005$). Complications : un sérome.	Malgré l'absence d'amélioration, une diminution du niveau d'inflammation muqueuse était observée après l'injection.
Le Bon, 2020 (40)	Étude prospective observationnelle	4	14 patients SNV dont 7 ont suivi la procédure jusqu'au bout (2 perdus de vue, 5 abandons dans les 12 premiers jours). Diagnostic du SNV sur un antécédent de turbinectomie bilatérale, une symptomatologie de SNV, et un score ENS6Q ≥ 11.	Stimulation trigéminale nasale (stimulation des récepteurs TRPM8). Inhalation de solutions de lévomenthol et d'eucalyptol dilués, pendant 10 secondes, 3 fois par jour,	Score NOSE. Score SNOT-22. Score ENS6Q.	Réduction significative du score NOSE de 12,4 à 9,8/20 ($p = 0,027$). Pas de modification du score ENS6Q. Réduction significative du score SNOT-22 de 63,7 à 50,7/110 ($p = 0,028$). Absence de différence significative entre les questionnaires des patients ayant complété la procédure et ceux qui l'ont abandonnée avant la fin.	La stimulation trigéminale nasale pourrait réduire l'impact des symptômes altérant la qualité de vie des patients SNV, particulièrement l'obstruction nasale, les troubles du sommeil et le statut émotionnel. L'absence de modification du score ENS6Q suggère que la sévérité des

				pendant 30 jours.			symptômes du SNV ne dépend pas seulement de l'obstruction nasale.
Lee, 2016 (75)	Étude prospective observationnelle	4	20 patients SNV ayant un test au coton positif.	Implant de Medpor (*porous high-density polyethylene*) ou greffons osseux autologues (prélevés sur le septum osseux). Positionnés en sous-muqueux au plancher des fosses nasales.	Score BDI-II. Score BAI.	Score BDI-II Avant chirurgie : 45 % de dépression sévère, 20 % de dépression modérée, 20 % de dépression légère, 30 % de scores normaux. Après chirurgie : amélioration significative du score moyen de 24,4 (dépression modérée) à 6,3 (normal), $p < 0,001$. Le score BDI-II pré-opératoire était significativement corrélé à l'amélioration du score BDI-II post-opératoire ($p < 0,001$). En analyse multivariée, le score BDI-II pré-opératoire et le genre étaient des facteurs prédictifs de l'amélioration post-opératoire ($p < 0,001$ et $p = 0,006$ respectivement).	Les symptômes psychologiques du SNV pourraient être améliorés par un seul traitement chirurgical sans thérapie cognitive ou traitement antidépresseur ou anxiolytique associé. Les patients SNV ayant les plus mauvais scores BDI-II et BAI pré-opératoires seraient les plus améliorés après traitement chirurgical.

						Score BAI Avant chirurgie : 40 % d'anxiété sévère, 15 % d'anxiété modérée, 15 % d'anxiété légère, 35 % de scores normaux. Après chirurgie : amélioration significative du score moyen de 19 (anxiété modérée) à 6,8 (normal), $p < 0,001$. En analyse multivariée, le score BAI pré-opératoire était le seul facteur significatif prédictif de l'amélioration post-opératoire ($p < 0,001$).	

Lee, 2018 (41)	Étude prospective observationnelle	4	30 patients SNV inclus entre 2010 et 2015 avec un antécédent de turbinectomie inférieure et un test au coton positif.	Implant de Medpor (*porous high-density polyethylene*). Positionnés en sous-muqueux : - au plancher de la fosse nasale pour 14 patients ; - dans la cloison inter-sinuso-nasale pour 16 patients.	Score SNOT-22. Score BDI-II. Score BAI. En pré-opératoire et à 1 an post-opératoire.	Score SNOT-22 : - diminution significative du score total dans les deux groupes (p = 0,002 et p < 0,001). Score moyen de 21,1 dans le groupe d'implant dans la cloison inter-sinuso-nasale contre 11,8 dans le groupe d'implant au plancher de la fosse nasale, mais différence non significative (p = 0,096) ; - diminution également significative concernant les sous-catégories du score dans les deux groupes (p < 0,05 et < 0,001). Le groupe d'implant dans la cloison inter-sinuso-nasale avait une amélioration plus notable que le groupe d'implant au plancher de la fosse nasale concernant les symptômes rhinologiques et le sommeil (p = 0,04 et 0,002). Score BDI-II : diminution significative dans les deux groupes (p = 0,031 et p < 0,001). Score BAI : diminution significative dans les deux groupes (p = 0,004 et p < 0,001).	Amélioration des symptômes du SNV après implantation dans la cloison inter-sinuso-nasale et au plancher de la fosse nasale. Amélioration plus importante du score SNOT-22 après implantation dans la cloison inter-sinuso-nasale, en particulier sur les symptômes rhinologiques et les troubles du sommeil.

						Pas de différence significative concernant l'amélioration entre les deux groupes. En analyse multivariée, le site d'implantation était le seul facteur significatif de l'amélioration du score SNOT-22 après chirurgie (p = 0,011). Absence de complications rapportées

Leong, 2015 (86)	Revue systématique de la littérature	4	Revue systématique des études portant sur une réhabilitation chirurgicale du SNV. 128 patients SNV colligés à partir de 8 études. Tous les patients avaient un antécédent de turbinectomie. Selon les études, le degré de résection (partielle ou totale) n'était pas constamment décrit.	Chirurgies de réhabilitation du SNV : - implantation sous-muqueuse dans plusieurs sites : plancher de la fosse nasale, cloison inter-sinuso-nasale, reliquat du cornet inférieur ; - plusieurs matériaux : AlloDerm (derme acellulaire), Medpor (*porous high-density polyethylene*), cartilage autologue (septum, conque) ou homologue, acide hyaluronique, β-tricalcium	Scores SNOT (5 études). NOSE, RhinoQol (1 étude). Échelle sur 10 points (1 étude). Rhinométrie acoustique (1 étude). Durée de suivi comprise entre 6 et 48 mois.	Réduction des scores SNOT-20 de 48,3 à 24,4 ($p < 0,05$), et SNOT-25 de 65,9 à 33,3 ($p < 0,05$) (103 patients sur 5 études). Réduction des scores NOSE et RhinoQol (une étude de 5 patients). Amélioration sur échelle en 10 points chez 9 patients sur 17 dans une étude. Rhinomanométrie acoustique améliorée initialement mais à 12 mois, les effets de la chirurgie n'étaient maintenus que chez un patient dans une étude portant sur 3 sujets. Extrusion d'implant dans 6 cas.	Pas ou peu d'amélioration après chirurgie pour 20 % des patients. Importance d'un suivi à long terme (> 12 mois) basée sur des critères subjectifs (SNOT-25) et objectifs (rhinomanométrie).

				phosphate ; - volume établi arbitrairement en fonction de la perte de substance observée.			
Ma, 2017 (83)	Revue systématique de la littérature	3	Revue systématique des études prospectives portant sur une réhabilitation chirurgicale du SNV. 6 études portant sur 122 patients au total : - 4 études prospectives ; - 2 essais randomisés.	Implantation de matériel de synthèse ou de greffons autogènes.	Score SNOT.	Réduction significative du score SNOT de 23,16 points en moyenne en post-opératoire (IC 95 % 21,06-31,21, p < 0,00001). Différence significative entre les groupes d'implants autologues et non autologues en termes d'amélioration du score SNOT, avec une meilleure efficacité des implants non autologues (p < 0,05).	*Note : l'étude de Jung de 2013 est étiquetée essai contrôlé randomisé mais il s'agit en réalité d'une étude rétrospective observationnelle*.

Modrzynski, 2011 (81)	Étude prospective observationnelle	4	3 patients SNV.	Injection d'acide hyaluronique dans les cornets inférieurs et à la partie antéro-inférieure de la cloison nasale.	Évaluation subjective. Rhinoscopie Rhinométrie acoustique. Suivi à une semaine, 3, 6 et 12 mois post-opératoires.	À J7 : amélioration ressentie par les trois patients concernant la sensation de passage d'air dans le nez, diminution de la sécheresse, des croûtes et des sécrétions. Rhinométrie acoustique à 7 jours, 3 et 6 mois confirmant que les effets de la chirurgie étaient maintenus, sans complications. À 12 mois : persistance des effets de la chirurgie sur un seul des trois patients. Absence d'inflammation, de réaction allergique, d'extrusion ou de déplacement de matériel.	Étude limitée du fait du faible nombre de sujets. Chirurgie minimale invasive, simple et sans dangers.
Saafan, 2013 (43)	Étude prospective randomisée	3	24 patients SNV inclus entre mai 2008 et juin 2010, rapportant une amélioration après test au coton.	Patients randomisés en deux groupes : - implant de silastic ; - implant de derme acellulaire (AlloDerm). Implants	SNOT-25. Endoscopie nasale. Suivi à 1, 3, 6, 12 et 18 mois post-opératoires.	Réduction du score SNOT-25 moyen de 61,4 avant implantation à 33,6 après implantation dans le groupe silastic, et de 63,7 avant implantation à 34,2 après implantation dans le groupe AlloDerm. Absence de différence significative entre les deux groupes. 4 extrusions de silastic. 3	Efficacité équivalente du silastic et de l'AlloDerm. Amélioration notée dans les deux groupes de patients. Procédure sans danger et simple.

				sous-muqueux sur le septum, le plancher des fosses nasales et la cloison inter-sinuso-nasale.		expositions mineures d'AlloDerm dans les deux premières semaines post-opératoires, ayant cicatrisé sans complication.	
Tam, 2014 (58)	Étude rétrospective observationnelle	4	18 patients SNV inclus entre 2006 et 2011 dont 2 exclus (perdus de vue). SNV diagnostiqué sur un antécédent de chirurgie turbinale, des symptômes d'obstruction nasale paradoxale, de trouble de la ventilation nasale et de sécheresse pharyngée, et un test au coton positif.	Implant sous-muqueux de Medpor au plancher de la fosse nasale +/- sur le septum.	SNOT-22. Suivi à 3 mois et 12 mois post-opératoires.	Réduction du score SNOT-22 moyen : - 39,25 ± 21,44 en pré-opératoire ; - 19,81 ± 16,17 ($p < 0,05$) à 3 mois post-opératoires ; - 16,19 ± 13,98 ($p < 0,05$) à 1 an post-opératoire. Deux complications : - un patient a développé une rhinite chronique hypertrophique quatre ans après implantation nécessitant une corticothérapie nasale au long cours ; - un patient avec extrusion de l'implant à 6 mois post-opératoires, ayant nécessité une section partielle et retrait sous anesthésie locale.	Intérêt du test au coton pour valider l'indication chirurgicale. Un suivi à long terme est nécessaire devant le développement possible de rhinite chronique hypertrophique et la possible extrusion de l'implant.

Thamboo, 2020 (59)	Étude prospective observationnelle	4	10 patients SNV inclus entre septembre 2014 et mai 2017. Diagnostic du SNV sur un inconfort nasal et/ou une obstruction nasale paradoxale malgré une vacuité des fosses nasales en rapport avec une réduction turbinale, un score ENS6Q ≥ 11, et un test au coton positif.	IMAP (procédure d'augmentation du méat inférieur) : - greffon de SIS (*Small Intestinal Submucosa*), matrice extracellulaire isolée de l'intestin de porc OU - derme acellulaire (AlloDerm).	ENS6Q. PHQ-9 (*Patient Health Questionnaire*-9). GAD-7 (*Generalized Anxiety Disorder 7-item Scale*). SNOT-22 (*22-item Sino-Nasal Outcome Test*). Recueils à une semaine, 1, 3 et 6 mois post-opératoires.	Réduction du score moyen ENS6Q de 21,55 en pré-opératoire à 14,14 ($p > 0,05$) à une semaine, 10,89 ($p < 0,01$) à 1 mois, 9,88 à 3 mois ($p < 0,001$) et 8,25 à 6 mois ($p < 0,001$). Réduction du score PHQ-9 de 14,91 en pré-opératoire à 9,14 ($p > 0,05$) à une semaine, 7,56 ($p < 0,05$) à 1 mois, 4,88 à 3 mois ($p < 0,001$) et 6,63 à 6 mois ($p < 0,01$). Réduction du score GAD-7 de 14,64 en pré-opératoire à 8 ($p > 0,05$) à une semaine, 8,56 ($p > 0,05$) à 1 mois, 4,75 à 3 mois ($p < 0,01$) et 5,13 à 6 mois ($p < 0,01$). Réduction du score SNOT-22 de 162,82 en pré-opératoire à 54,43 ($p > 0,05$) à une semaine, 43,88 ($p > 0,05$) à 1 mois, 32,5 à 3 mois ($p < 0,001$) et 31,63 à 6 mois ($p < 0,001$).	Amélioration de la qualité de vie et du bien-être psychologique des patients SNV après implantation de biomatériaux. Nécessité d'un suivi à plus long terme (résorption du greffon dans le temps ?).

Velasquez, 2015 (62)	Étude prospective observationnelle	4	3 patients SNV inclus entre janvier et décembre 2014. Diagnostic sur des symptômes de SNV et un antécédent de chirurgie de réduction turbinale inférieure.	SIS (*Small Intestinal Submucosa*), matrice extracellulaire isolée de l'intestin de porc. Implantation sous-muqueuse en regard du cornet inférieur manquant.	SNOT-25. Suivi à 1, 4 et 12 semaines post-opératoires.	Réduction du score SNOT-25 moyen de 77,6 en pré-opératoire à 65 à 1 mois, 57 à 4 semaines, et 55 à 12 semaines ($p < 0,01$). Spécifiquement, amélioration des items « *difficulty with nasal breathing* » et « *nose is too open* », à 4 et 12 semaines post-opératoires. Absence de complications.	Étude limitée du fait du faible nombre de sujets et de l'absence de suivi à long terme. Étude préliminaire dans laquelle l'utilisation de SIS paraît sans danger et efficace.
Xu, 2015 (82)	Étude prospective observationnelle	4	30 patients SNV inclus entre août 2014 et janvier 2015.	Cellules souches adipeuses. Prélèvement de graisse abdominale, réaction enzymatique par collagénase, centrifugation, filtration. Injection à la	Évaluation subjective. Clairance mucociliaire. Rhinométrie acoustique. Recueils à 3, 6 et 9 mois. Analyse histologique de muqueuse nasale en pré-	Amélioration des symptômes chez 28 patients (meilleure hydratation de la muqueuse nasale, diminution des douleurs et de l'obstruction nasales à l'inspiration, amélioration de la qualité de sommeil). Chez deux patients, amélioration moins importante, uniquement réduction de la sécheresse des fosses nasales. À l'endoscopie à 3 mois, diminution des sécrétions et des croûtes.	L'injection de cellules souches adipeuses pourrait induire les cellules épithéliales à améliorer la fonction de la muqueuse nasale dans le SNV.

				partie médiale des deux cornets inférieurs.	opératoire et à 1 mois.	Clairance de la saccharine améliorée à 3 mois et 6 mois : 1 526,23 ± 1 000,43 s en pré-opératoire *versus* 1 457,13 ± 1 078,23 s à 3 mois, 1 232.03 ± 499,45 s à 6 mois ($p < 0,05$), et 1 501,00 ± 1 159,85 s à 9 mois. Augmentation des résistances nasales de façon significative à 3, 6 et 9 mois. Diminution de l'inflammation observée dans la muqueuse nasale, alignement des fibres de collagène, augmentation des protéines produites par les cellules caliciformes, présence de marqueurs épithéliaux (cytokératines 7, 14 et 19).	
Malik, 2021 (78)	Étude prospective observationnelle	4	5 patients SNV présentant un score ENS6Q ≥ 11, améliorés par un test au coton et/ou une injection de produit de comblement dans les zones de perte de tissu turbinal avec une chute d'au	IMAP (procédure d'augmentation du méat inférieur) par implantation sous-muqueuse d'implants de cartilage costal en regard	Création de modèles en simulation numérique des écoulements (*Computationnal Fluid Dynamics - CFD*) basés sur le	Réduction du score ENS6Q de 14 ± 4,06 (IC 95 % : 10,44-17,56) en pré-opératoire à 4,8 ± 2,77 (IC 95 % : 2,37-7,23) en post-opératoire. En CFD : - altération significative du schéma de ventilation nasale après implantation : * diminution du pourcentage	La réhabilitation chirurgicale permet de modifier les paramètres de ventilation nasale en diminuant le passage d'air dans les couloirs moyens et en augmentant le passage d'air dans les couloirs

			moins 7 points du score ENS6Q.	de la cloison inter-sinuso-nasale.	scanner pré-opératoire et un scanner à plus de 6 mois post-opératoires. Score ENS6Q.	d'air empruntant le méat moyen, passant de 67,13 % ± 11,14 (IC 95 % : 60,22 %-74,04 %) à 46,18 % ± 12,81 (IC 95 % : 38,23-54,12), * augmentation du pourcentage d'air empruntant le méat inférieur, passant de 30,55 % ± 11,29 (IC 95 % : 23,55-37,55) à 42,59 % ± 9,6 (IC 95 % : 36,63-48,54) ; - absence de différences significatives sur les résistances nasales pré et post-opératoires ; - l'amélioration du score ENS6Q était significativement corrélée à la réduction du pourcentage d'air empruntant le méat moyen en post-opératoire.	inférieurs, de façon corrélée à l'amélioration de la symptomatologie des patients.
Ushio, 2022 (80)	Étude prospective observationnelle	4	6 patients SNV présentant une amélioration avec le test au coton.	Implantation sous-muqueuse de cartilage auriculaire placé au niveau du plancher des fosses nasales.	Endoscopie nasale. Tomodensitométrie. Score ENS6Q. Score SNOT-20. Score SNOT-25. Rhinomanométrie.	Réduction du score SNOT-20 : 48,8 pré-opératoire *versus* 30,2 en post-opératoire (p = 0,03). Réduction du score SNOT-25 : 63,3 pré-opératoire *versus* 38,4 post-opératoire (p = 0,03). Réduction du score ENS6Q : 18 pré-opératoire *versus* 9,7 post-opératoire (p = 0,04). Augmentation significative des résistances nasales : 0,13 ± 0,02	Amélioration de la symptomatologie et augmentation des résistances nasales après réhabilitation chirurgicale du SNV.

						Pa/cm³/s en pré-opératoire *versus* 0,16 ± 0,02 Pa/cm³/s en post-opératoire (p = 0,02).	
Dholakia, 2021 (79)	Étude prospective observationnelle	4	17 patients SNV ayant bénéficié de microplastie endonasale entre juillet 2017 et février 2020. Diagnostic de SNV établi sur une symptomatologie caractéristique, un antécédent de turbinectomie partielle ou totale, un score ENS6Q ≥ 11, et une amélioration après test au coton avec une baisse d'au moins 7 points du score ENS6Q.	IMAP (procédure d'augmentation du méat inférieur) par implantation sous-muqueuse d'implants de cartilage costal en regard de la cloison inter-sinuso-nasale.	Score ENS6Q. Score SNOT-22. Score GAD-7. Score PHQ-9. Recueils pré-opératoires puis à 1, 3, 6 et 12 mois post-opératoires.	Diminution significative du score total ENS6Q à 1, 3, 6 et 12 mois post-opératoires : : 18,7 en pré-opératoire *versus* 7,4 à 1 mois post-opératoire (p < 0,0001), 8,0 à 3 mois post-opératoires (p < 0,0001), 7,8 à 6 mois post-opératoires (p < 0,0001), et 8,4 à 12 mois post-opératoires (p = 0,0003). 5 des 6 items de l'ENS6Q étaient significativement améliorés à 12 mois post-opératoires : « *suffocation* », « *dryness* », « *sense of diminished airflow* », « *nasal crusting* » et « *nasal burning* ». L'item « *nose feels too open* » n'était pas significativement amélioré à 6 mois ni à 12 mois. Diminution significative du score total SNOT-22 à 1, 3, 6 et 12 mois post-opératoires : 46,8 en pré-opératoire *versus*	Amélioration des symptômes du SNV jusqu'à un an après réhabilitation chirurgicale. Greffons cartilagineux costaux prélevés sur cadavres, permettant d'éviter la morbidité liée à un prélèvement autologue.

						30,6 à 1 mois post-opératoire (p = 0,0021), 32,4 à 3 mois post-opératoires (p = 0,0227), 30,9 à 6 mois post-opératoires (p = 0,0004), et 29,4 à 12 mois post-opératoires (p = 0,0024). Amélioration significative des items portant sur la qualité du sommeil à 12 mois post-opératoires. Diminution des scores GAD-7 et PHQ-9 en post-opératoire non statistiquement significative.	

Table des annexes

Annexe 1. Recherche documentaire **155**

Annexe 1. Recherche documentaire

➔ Méthode

La recherche a porté sur les sujets et les types d'études définis en accord avec les chefs de projet et a été limitée aux publications en langues anglaise et française.

La recherche a porté sur la période janvier 2000-novembre 2020 et une veille a été réalisée jusqu'en mai 2022. Les sources suivantes ont été interrogées :

– les bases de données Embase et Medline ;

– la *Cochrane Library* ;

– les sites internet publiant des recommandations, des rapports d'évaluation technologique, éthique ou économique ;

– les sites internet des sociétés savantes compétentes dans le domaine étudié.

Cette recherche a été complétée par la bibliographie des experts et les références citées dans les documents analysés.

Bases de données bibliographiques

La stratégie de recherche dans les bases de données bibliographiques est construite en utilisant, pour chaque sujet, soit des termes issus de thésaurus (descripteurs), soit des termes libres (du titre ou du résumé). Ils sont combinés avec les termes décrivant les types d'études.

Le tableau suivant présente la stratégie de recherche dans les bases de données Medline et Embase. Dans ce tableau, des références doublons peuvent être présentes entre les différents thèmes et/ou types d'études.

Type d'étude/Sujet		Période de recherche	Nombre de références trouvées
	Termes utilisés		
SYNDROME DU NEZ VIDE			
Étape 1	(empty nose) OR empty nose)/ti,ab	Janv.00 Nov. 20	99
TURBINECTOMIE – CHIRURGIE ENDONASALE			
RECOMMANDATIONS, CONFÉRENCES DE CONSENSUS		Janv.00 Nov. 20	20
Étape 2	((Turbinates/surgery OR turbinate/surgery)/de OR (Turbinectom* OR Turbinate* PRE/0 reduction OR turbinate* PRE/0 resection OR turbinate* PRE/2 Surger* OR turbinoplast*)/ti,ab) OR ((Nasal Surgical Procedures OR nose surgery endoscopic endonasal surgery)/de OR (Endonasal PRE/0 surgery)/ti,ab) AND ((turbinate OR Turbinates)/de OR turbinate*/ti,ab))		
AND			
Étape 3	(consensus OR guideline[*1] OR position PRE/0 paper OR recommendation[*1] OR statement[*1])/ti OR (health planning guidelines OR		

	consensus development OR Practice Guideline)/de OR (consensus development conference OR consensus development conference, NIH OR guideline OR practice guideline)/type		
MÉTA-ANALYSES, REVUES SYSTÉMATIQUES		Janv.00 Nov. 20	23
Étape 2			
AND			
Étape 4	(meta PRE/0 analys[*3] OR metaanalys[*3] OR systematic PRE/0 literature PRE/0 search OR systematic* PRE/0 literature PRE/0 review[*3] OR systematic* PRE/0 overview[*3] OR systematic* PRE/0 review[*3])/ti OR (meta-analysis OR systematic review)/de OR (meta-analysis OR systematic review)/type OR (cochrane database syst rev)/so		
TURBINECTOMIE – CHIRURGIE ENDONASALE : EFFETS SECONDAIRES			
ESSAIS CONTRÔLÉS (RANDOMISÉS – NON RANDOMISÉS)		Janv.00 Nov. 20	145
Étape 2			
AND			
Étape 5	(nose obstruction OR atrophic rhinitis OR rhinitis OR dyspnea OR hyperventilation OR sino-nasal outcome test OR rhinomanometry OR Nasal Obstruction OR Rhinitis OR Rhinitis, Atrophic OR Dyspnea OR Hyperventilation OR Sino-Nasal Outcome Test OR Rhinomanometry OR adverse event OR nose surgery/side effect OR nose surgery/complication OR nose reconstruction/complication OR nose reconstruction/side effect OR Nasal Surgical Procedures/adverse effects)/de OR (nasall PRE/0 obstruction OR athrophic PRE/0 rhinitis OR nasal PRE/0 crusting OR nasal PRE/0 obstruction OR nasal PRE/0 dryness OR nasal PRE/0 pain OR cotton PRE/0 test OR SNOT OR ENS6Q OR dyspnea OR hyperventilation OR rhinomanometry)/ti,ab OR (complication*)/ti)		
AND			
Étape 6	((random*)/ti,ab OR (cross-over studies OR double-blind method OR random allocation OR single-blind method OR controlled clinical trial OR crossover procedure OR double blind procedure OR multicenter study OR randomization OR randomized controlled trial OR single blind procedure)/de OR (Controlled Clinical Trial OR multicenter study OR randomized controlled trial)/type)		
ÉTUDES COMPARATIVES – ESSAIS CLINIQUES NON CONTRÔLÉS		Janv.00 Nov. 20	87
Étape 2 AND Étape 5			
AND			
Étape 7	(clinical PRE/0 trial* OR comparative PRE/0 stud* OR versus)/ti OR (Clinical Trial OR Clinical Trial OR comparative study)/de OR (comparative study)/type		
TURBINECTOMIE – CHIRURGIE ENDONASALE : SIMULATION NUMÉRIQUE DES ÉCOULEMENTS			

ESSAIS CONTRÔLÉS (RANDOMISÉS – NON RANDOMISÉS)		Janv.00 Nov. 20	8
Étape 2 AND Étape 6			
AND			
Étape 8	(computational fluid dynamics OR nose airflow OR heat transfer OR Hydrodynamics OR Computer Simulation)/de OR (nasal PRE/0 airflow* OR heat PRE/0 transfer OR mucosal PRE/0 cooling OR computational PRE/0 fluid PRE/0 dynamics)/ti,ab		
ÉTUDES COMPARATIVES – ESSAIS CLINIQUES NON CONTRÔLÉS		Janv.00 Nov. 20	17
Étape 2 AND Étape 7 AND Étape 8			
TURBINECTOMIE – CHIRURGIE ENDONASALE : RÉHABILITATION CHIRURGICALE			
ESSAIS CONTRÔLÉS (RANDOMISÉS – NON RANDOMISÉS)		Janv.00 Nov. 20	0
Étape 2 AND Étape 6			
AND			
Étape 9	(transplantation OR Cartilage/transplantation OR Prostheses and Implants OR Transplantation, Autologous)/de OR (endonasal PRE/0 microplasty OR submucosal PRE/0 implant)/ti,ab		
ÉTUDES COMPARATIVES – ESSAIS CLINIQUES NON CONTRÔLÉS		Janv.00 Nov. 20	3
Étape 2 AND Étape 6 AND Étape 9			
TURBINECTOMIE – CHIRURGIE ENDONASALE : ASPECTS PSYCHIATRIQUES		Janv.00 Nov. 20	
Étape 2			
AND			
Étape 10	(Mental Disorders OR Psychological Tests OR Serotonin and Noradrenaline Reuptake Inhibitors OR mental disease OR psychologic test OR serotonin noradrenalin reuptake inhibitor)/de OR (anxiet* OR depression* OR depressive* OR stress* OR somat* OR cognitive* OR psychiat* OR psycholog* OR psychosomatic OR Psychologic burden OR Psychological burden OR nervous breakdown)/ti	Janv.00 Nov. 20	93

de : descripteur ; ti : titre ; ab : résumé ; * : troncature ; type : type de publication ; so : nom du journal

Sites internet consultés

Dans le cadre de cette recommandation, les sites suivants ont été consultés :

– Académie nationale de médecine
– Bibliothèque interuniversitaire de santé
– Bibliothèque médicale Lemanissier
– Catalogue et index des sites médicaux francophones (CISMeF)
– Haute Autorité de santé (HAS)
– Société française ORL – ORL France (SFORL)
– Société française d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie de la face et du cou

– *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ)
– *American Academy of Allergy, Asthma and Immunology*
– *American Academy of Facial Plastic and Reconstructive Surgery*
– *American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery*
– *American Board of Otolaryngology*
– *American Rhinologic Society*
– *Association for Research in Otolaryngology*
– *Australian Clinical Practice Guidelines*
– *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health* (CADTH)
– Centre fédéral d'expertise des soins de santé (KCE)
– *Centre for Reviews and Dissemination* (CRD databases)
– Collège des médecins du Québec (CMQ)
– *College of Physicians & Surgeons of Alberta* (CPSA)
– *CPG Infobase – Clinical Practice Guidelines*
– *Empty Nose Syndrome International Association* (ENSIA)
– Fédération internationale des sociétés ORL (IFOS)
– *Guidelines – Summarising clinical guidelines for primary care*
– *Guidelines International Network*
– *National Guideline Clearinghouse*
– *National Health and Medical Research Council* (NHMRC)
– *National Institute for Health and Care Excellence – Evidence search*
– *National Institute for Health and Clinical Excellence* (NICE)
– *Scottish Intercollegiate Guidelines Network* (SIGN)
– Société canadienne d'otolaryngologie et de chirurgie cervico-faciale
– *Swedish Agency for Health Technology Assessment and Assessment of Social Services* (SBU)
– *Tripdatabase – Turning Research into Practice*
– *US Preventive Services Task Force* (USPTF)

➔ Critères de sélection des articles

Pour être sélectionnées, les études devaient répondre aux critères suivants :

- population : patients souffrant d'un syndrome du nez vide, patients ayant été opérés de turbinoplasties et/ou de turbinectomies inférieures et/ou moyennes ;
- types d'études sélectionnées : point de vue, revue narrative, études observationnelles, essais comparatifs, méta-analyses d'essais comparatifs randomisés, revues systématiques de la littérature, études d'évaluation d'un test diagnostique ;
- dates des publications : à partir de 2000 en conservant uniquement les publications les plus récentes lorsqu'il en existe plusieurs provenant de la même source et sur le même sujet ;
- publications limitées en langues anglaise et française.

Résultats de la recherche :

au total, 596 références bibliographiques ont été identifiées à partir de la recherche systématique effectuée. Parmi ces références, 116 ont été analysées dans leur intégralité et 86 ont été retenues.

La sélection des publications sur titre et résumé et l'extraction des données ont été réalisées par une personne.

➔ Résultats

Nombre de références identifiées : 596
Nombre de références analysées : 116
Nombre de références retenues : 86

Références bibliographiques

1. Bergmark RW, Gray ST. Surgical management of turbinate hypertrophy. Otolaryngol Clin N Am 2018;51(5):919-28. http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2018.05.008

2. Scheithauer MO. Surgery of the turbinates and "empty nose" syndrome. GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg 2010;9:Doc03. http://dx.doi.org/10.3205/cto000067

3. Moore EJ, Kern EB. Atrophic rhinitis: a review of 242 cases. Am J Rhinol 2001;15(6):355-61.

4. Sozansky J, Houser SM. Pathophysiology of empty nose syndrome. Laryngoscope 2015;125(1):70-4. http://dx.doi.org/10.1002/lary.24813

5. Rice DH, Kern EB, Marple BF, Mabry RL, Friedman WH. The turbinates in nasal and sinus surgery: a consensus statement. Ear Nose Throat J 2003;82(2):82-4.

6. Société française d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie de la face et du cou. Syndrome du nez vide, consensus formalisé. Paris: SFORL; 2012. https://www.orlfrance.org/wp-content/uploads/2017/06/Syndrome_-nez_vide_2012.pdf

7. Chhabra N, Houser SM. The diagnosis and management of empty nose syndrome. Otolaryngol Clin N Am 2009;42(2):311-30, ix. http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2009.02.001

8. Houser SM. Surgical treatment for empty nose syndrome. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2007;133(9):858-63. http://dx.doi.org/10.1001/archotol.133.9.858

9. Houser SM. Empty nose syndrome associated with middle turbinate resection. Otolaryngol Head Neck Surg 2006;135(6):972-3. http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2005.04.017

10. Payne SC. Empty nose syndrome: what are we really talking about? Otolaryngol Clin N Am 2009;42(2):331-7. http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2009.02.002

11. Kuan EC, Suh JD, Wang MB. Empty nose syndrome. Curr Allergy Asthma Rep 2015;15(1):1-5. http://dx.doi.org/10.1007/s11882-014-0493-x

12. Gill AS, Said M, Tollefson TT, Steele TO. Update on empty nose syndrome: disease mechanisms, diagnostic tools, and treatment strategies. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2019;27(4):237-42. http://dx.doi.org/10.1097/MOO.0000000000000544

13. Akerlund A, Millqvist E, Oberg D, Bende M. Prevalence of upper and lower airway symptoms: the Skövde population-based study. Acta Otolaryngol 2006;126(5):483-8. http://dx.doi.org/10.1080/00016480500416835

14. Malik J, Li C, Maza G, Farag AA, Krebs JP, McGhee S*, et al.* Computational fluid dynamic analysis of aggressive turbinate reductions: is it a culprit of empty nose syndrome? Int Forum Allergy Rhinol 2019;9(8):891-9. http://dx.doi.org/10.1002/alr.22350

15. Li C, Farag AA, Leach J, Deshpande B, Jacobowitz A, Kim K*, et al.* Computational fluid dynamics and trigeminal sensory examinations of empty nose syndrome patients. Laryngoscope 2017;127(6):E176-E84. http://dx.doi.org/10.1002/lary.26530

16. Li C, Farag AA, Maza G, McGhee S, Ciccone MA, Deshpande B*, et al.* Investigation of the abnormal nasal aerodynamics and trigeminal functions among empty nose syndrome patients. Int Forum Allergy Rhinol 2018;8(3):444-52. http://dx.doi.org/10.1002/alr.22045

17. Konstantinidis I, Tsakiropoulou E, Chatziavramidis A, Ikonomidis C, Markou K. Intranasal trigeminal function in patients with empty nose syndrome. Laryngoscope 2017;127(6):1263-7.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.26491

18. Wu C-L, Fu C-H, Lee T-J. Distinct histopathology characteristics in empty nose syndrome. Laryngoscope 2020.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.28586

19. Naftali S, Rosenfeld M, Wolf M, Elad D. The air-conditioning capacity of the human nose. Ann Biomed Eng 2005;33(4):545-53.
http://dx.doi.org/10.1007/s10439-005-2513-4

20. Tsakiropoulou E, Vital V, Constantinidis J, Kekes G. Nasal air-conditioning after partial turbinectomy: myths versus facts. Am J Rhinol Allergy 2015;29(2):e59-e62.
http://dx.doi.org/10.2500/ajra.2015.29.4151

21. Dayal A, Rhee JS, Garcia GJM. Impact of middle versus inferior total turbinectomy on nasal aerodynamics. Otolaryngol Head Neck Surg 2016;155(3):518-25.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599816644915

22. Balakin BV, Farbu E, Kosinski P. Aerodynamic evaluation of the empty nose syndrome by means of computational fluid dynamics. Comput Methods Biomech Biomed Engin 2017;20(14):1554-61.
http://dx.doi.org/10.1080/10255842.2017.1385779

23. Di M-Y, Jiang Z, Gao Z-Q, Li Z, An Y-R, Lv W. Numerical simulation of airflow fields in two typical nasal structures of empty nose syndrome: A computational fluid dynamics study. PLoS ONE 2013;8(12).
http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0084243

24. Zhao K, Blacker K, Luo Y, Bryant B, Jiang J. Perceiving nasal patency through mucosal cooling rather than air temperature or nasal resistance. PLoS ONE 2011;6(10):e24618.
http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0024618

25. Sullivan CD, Garcia GJM, Frank-Ito DO, Kimbell JS, Rhee JS. Perception of better nasal patency correlates with increased mucosal cooling after surgery for nasal obstruction. 2014;150(1):139-47.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599813509776

26. Maza G, Li C, Krebs JP, Otto BA, Farag AA, Carrau RL*, et al.* Computational fluid dynamics after endoscopic endonasal skull base surgery—Possible empty nose syndrome in the context of middle turbinate resection. Int Forum Allergy Rhinol 2019;9(2):204-11.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22236

27. Siu J, Inthavong K, Shang Y, Vahaji S, Douglas RG. Aerodynamic impact of total inferior turbinectomy versus inferior turbinoplasty - a computational fluid dynamics study. Rhinology 2020;58(4):349-59.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhin20.011

28. Chen XB, Leong SC, Lee HP, Chong VF, Wang DY. Aerodynamic effects of inferior turbinate surgery on nasal airflow--a computational fluid dynamics model. Rhinology 2010;48(4):394-400.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhino09.196

29. Freund W, Wunderlich AP, Stöcker T, Schmitz BL, Scheithauer MO. Empty nose syndrome: limbic system activation observed by functional magnetic resonance imaging. Laryngoscope 2011;121(9):2019-25.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.21903

30. Burton C, Fink P, Henningsen P, Löwe B, Rief W. Functional somatic disorders: discussion paper for a new common classification for research and clinical use. BMC Med 2020;18(1):34.
http://dx.doi.org/10.1186/s12916-020-1505-4

31. Coste A, Dessi P, Serrano E. Empty nose syndrome. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis 2012;129(2):93-7.
http://dx.doi.org/10.1016/j.anorl.2012.02.001

32. Mangin D, Bequignon E, Zerah-Lancner F, Isabey D, Louis B, Adnot S*, et al.* Investigating hyperventilation syndrome in patients suffering from empty nose syndrome. Laryngoscope 2017;127(9):1983-8.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.26599

33. Fu C-H, Wu C-L, Huang C-C, Chang P-H, Chen Y-W, Lee T-J. Nasal nitric oxide in relation to psychiatric status of patients with empty nose syndrome. Nitric Oxide 2019;92:55-9.
http://dx.doi.org/10.1016/j.niox.2019.07.005

34. Haute Autorité de Santé. Mesure du monoxyde d'azote (NO) nasal pour le diagnostic de dyskinésie ciliaire primitive. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2020.
https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-09/rapport_mesure_no_dpc.pdf

35. Kim CH, Kim J, Song JA, Choi GS, Kwon JH. The degree of stress in patients with empty nose syndrome, compared with chronic rhinosinusitis and allergic rhinitis. Ear Nose Throat J 2019:145561319858912.
http://dx.doi.org/10.1177/0145561319858912

36. Bastier P-L, Fierens S, Champel S, Ribadeau-Dumas A, De Gabory L. β-tricalcium phosphate implants in the surgical treatment of empty nose syndrome. Otolaryngol Head Neck Surg 2016;155(3):514-7.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599816644908

37. Huang C-C, Wu P-W, Fu C-H, Huang C-C, Chang P-H, Lee T-J. Impact of psychologic burden on surgical outcome in empty nose syndrome. Laryngoscope 2020.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.28845

38. Jang YJ, Kim JH, Song HY. Empty nose syndrome: radiologic findings and treatment outcomes of endonasal microplasty using cartilage implants. Laryngoscope 2011;121(6):1303-12.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.21771

39. Jiang C, Wang F, Chen K, Shi R. Assessment of surgical results in patients with empty nose syndrome using the 25-item sino-nasal outcome test evaluation. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 2014;140(5):453-8.
http://dx.doi.org/10.1001/jamaoto.2014.84

40. Le Bon S-D, Horoi M, Le Bon O, Hassid S. Intranasal trigeminal training in empty nose syndrome: a pilot study on 14 patients. Clin Otolaryngol 2020;45(2):259-63.
http://dx.doi.org/10.1111/coa.13483

41. Lee T-J, Fu C-H, Wu C-L, Lee Y-C, Huang C-C, Chang P-H*, et al.* Surgical outcome for empty nose syndrome: impact of implantation site. Laryngoscope 2018;128(3):554-9.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.26769

42. Hong HR, Jang YJ. Correlation between remnant inferior turbinate volume and symptom severity of empty nose syndrome. Laryngoscope 2016;126(6):1290-5.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.25830

43. Saafan ME. A cellular dermal (alloderm) grafts versus silastic sheets implants for management of empty nose syndrome. Eur Arch Otorhinolaryngol 2013;270(2):527-33.
http://dx.doi.org/10.1007/s00405-012-1955-1

44. Choby GW, Hobson CE, Lee S, Wang EW. Clinical effects of middle turbinate resection after endoscopic sinus surgery: a systematic review. Am J Rhinol Allergy 2014;28(6):502-7.
http://dx.doi.org/10.2500/ajra.2014.28.4097

45. Tan NCW, Goggin R, Psaltis AJ, Wormald P-J. Partial resection of the middle turbinate during endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis does not lead to an increased risk of empty nose syndrome: a cohort study of a tertiary practice. Int Forum Allergy Rhinol 2018;8(8):959-63.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22127

46. Noel A, Thill MP, Horoi M. Do patients with complete unilateral medial maxillectomy have an empty nose syndrome? B-ENT 2019;15(Supplement 29):33.

47. Law RH, Ahmed AM, Van Harn M, Craig JR. Middle turbinate resection is unlikely to cause empty nose syndrome in first year postoperatively. Am J Otolaryngol 2021;42(4).
http://dx.doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.102931

48. Manji J, Patel VS, Nayak JV, Thamboo A. Environmental triggers associated with empty nose syndrome symptoms: a cross-sectional study. Ann Otol Rhinol Laryngol 2019;128(7):601-7.
http://dx.doi.org/10.1177/0003489419833714

49. Shah K, Guarderas J, Krishnaswamy G. Empty nose syndrome and atrophic rhinitis. Ann Allergy Asthma Immunol 2016;117(3):217-20.
http://dx.doi.org/10.1016/j.anai.2016.07.006

50. Kavin Kumar MP, Karthikeyan P, Nirmal Coumare V. Comparison of endoscopic turbinoplasty versus conventional partial inferior turbinectomy in chronic hypertrophic

rhinitis. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg 2019;71(Suppl 3):1895-9.
http://dx.doi.org/10.1007/s12070-018-1285-8

51. Sinno S, Mehta K, Lee ZH, Kidwai S, Saadeh PB, Lee MR. Inferior turbinate hypertrophy in rhinoplasty: systematic review of surgical techniques. Plast Reconstr Surg 2016;138(3):419e-29e.
http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0000000000002433

52. Acevedo JL, Camacho M, Brietzke SE. Radiofrequency ablation turbinoplasty versus microdebrider-assisted turbinoplasty: a systematic review and meta-analysis. Otolaryngol Head Neck Surg 2015;153(6):951-6.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599815607211

53. Mirza AA, Alandejani TA, Shawli HY, Alsamel MS, Albakrei MO, Abdulazeem HM. Outcomes of microdebrider-assisted versus radiofrequency-assisted inferior turbinate reduction surgery: a systematic review and meta-analysis of interventional randomised studies. Rhinology 2020.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhin19.350

54. Neri G, Mastronardi V, Traini T, D'Orazio F, Pugliese M, Cazzato F. Respecting nasal mucosa during turbinate surgery: end of the dogma? Rhinology 2013;51(4):368-75.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhino12.124

55. Piccirillo JF, Merritt MG, Jr., Richards ML. Psychometric and clinimetric validity of the 20-Item Sino-Nasal Outcome Test (SNOT-20). Otolaryngol Head Neck Surg 2002;126(1):41-7.
http://dx.doi.org/10.1067/mhn.2002.121022

56. Hopkins C, Gillett S, Slack R, Lund VJ, Browne JP. Psychometric validity of the 22-item sinonasal outcome test. Clin Otolaryngol 2009;34(5):447-54.
http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-4486.2009.01995.x

57. Borchard NA, Dholakia SS, Yan CH, Zarabanda D, Thamboo A, Nayak JV. Use of intranasal submucosal fillers as a transient implant to alter upper airway aerodynamics: implications for the assessment of empty nose syndrome. Int Forum Allergy Rhinol 2019;9(6):681-7.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22299

58. Tam YY, Lee TJ, Wu CC, Chang PH, Chen YW, Fu CH, *et al.* Clinical analysis of submucosal Medpor implantation for empty nose syndrome. Rhinology 2014;52(1):35-40.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhin13.086

59. Thamboo A, Dholakia SS, Borchard NA, Patel VS, Tangbumrungtham N, Velasquez N, *et al.* Inferior Meatus Augmentation Procedure (IMAP)to treat empty nose syndrome: a pilot study. Otolaryngol Head Neck Surg 2020;162(3):382-5.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599819900263

60. Jung JH, Baguindali MA, Park JT, Jang YJ. Costal cartilage is a superior implant material than conchal cartilage in the treatment of empty nose syndrome. Otolaryngol Head Neck Surg 2013;149(3):500-5.
http://dx.doi.org/10.1177/0194599813491223

61. Kim D-Y, Hong HR, Choi EW, Yoon SW, Jang YJ. Efficacy and safety of autologous stromal vascular fraction in the treatment of empty nose syndrome. Clin Exp Otorhinolaryngol 2018;11(4):281-7.
http://dx.doi.org/10.21053/ceo.2017.01634

62. Velasquez N, Huang Z, Humphreys IM, Nayak JV. Inferior turbinate reconstruction using porcine small intestine submucosal xenograft demonstrates improved quality of life outcomes in patients with empty nose syndrome. Int Forum Allergy Rhinol 2015;5(11):1077-81.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.21633

63. Velasquez N, Thamboo A, Habib A-RR, Huang Z, Nayak JV. The Empty Nose Syndrome 6-Item Questionnaire (ENS6Q): a validated 6-item questionnaire as a diagnostic aid for empty nose syndrome patients. Int Forum Allergy Rhinol 2017;7(1):64-71.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.21842

64. Talmadge J, Nayak JV, Yao W, Citardi MJ. Management of postsurgical empty nose syndrome. Facial Plast Surg Clin North Am 2019;27(4):465-75.
http://dx.doi.org/10.1016/j.fsc.2019.07.005

65. Malik J, Thamboo A, Dholakia S, Borchard NA, McGhee S, Li C, *et al.* The cotton test redistributes nasal airflow in patients with empty

nose syndrome. Int Forum Allergy Rhinol 2020;10(4):539-45.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22489

66. Manji J, Nayak JV, Thamboo A. The functional and psychological burden of empty nose syndrome. Int Forum Allergy Rhinol 2018;8(6):707-12.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22097

67. Thamboo A, Velasquez N, Ayoub N, Nayak JV. Distinguishing computed tomography findings in patients with empty nose syndrome. Int Forum Allergy Rhinol 2016;6(10):1075-82.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.21774

68. Thamboo A, Velasquez N, Habib A-RR, Zarabanda D, Paknezhad H, Nayak JV. Defining surgical criteria for empty nose syndrome: validation of the office-based cotton test and clinical interpretability of the validated empty nose syndrome 6-item questionnaire. Laryngoscope 2017;127(8):1746-52.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.26549

69. Amanian A, Hari K, Habib A-R, Dholakia SS, Nayak J, Thamboo A. The empty nose syndrome 6-item questionnaire (ENS6Q): a diagnostic tool to distinguish empty nose syndrome from primary nasal obstruction. Int Forum Allergy Rhinol 2021;11(7):1113-5.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22761

70. Gill AS, Said M, Tollefson TT, Strong EB, Nayak JV, Steele TO. Patient-Reported Outcome Measures and provocative testing in the workup of empty nose syndrome—Advances in diagnosis: a systematic review. Am J Rhinol Allergy 2020;34(1):134-40.
http://dx.doi.org/10.1177/1945892419880642

71. Huang CC, Wu PW, Fu CH, Chang PH, Wu CL, Lee TJ. What drives depression in empty nose syndrome? A Sinonasal Outcome Test-25 subdomain analysis. Rhinology 2019;57(6):469-76.
http://dx.doi.org/10.4193/Rhin19.085

72. Huang C-C, Wu P-W, Lee C-C, Huang C-C, Fu C-H, Chang P-H, *et al.* Comparison of SNOT-25 and ENS6Q in evaluating patients with empty nose syndrome. Laryngoscope Investig Otolaryngo 2022;7(2):342-8.
http://dx.doi.org/10.1002/lio2.767

73. Lamb M, Bacon DR, Zeatoun A, Onourah P, Thorp BD, Abramowitz J, *et al.* Mental health burden of empty nose syndrome compared to chronic rhinosinusitis and chronic rhinitis. Int Forum Allergy Rhinol 2022.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22997

74. Huang C-C, Wu P-W, Lee C-C, Chang P-H, Huang C-C, Lee T-J. Suicidal thoughts in patients with empty nose syndrome. Laryngoscope Investig Otolaryngol 2022;7(1):22-8.
http://dx.doi.org/10.1002/lio2.730

75. Lee T-J, Fu C-H, Wu C-L, Tam Y-Y, Huang C-C, Chang P-H, *et al.* Evaluation of depression and anxiety in empty nose syndrome after surgical treatment. Laryngoscope 2016;126(6):1284-9.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.25814

76. Tian P, Hu J, Ma Y, Zhou C, Liu X, Dang H, *et al.* The clinical effect of psychosomatic interventions on empty nose syndrome secondary to turbinate-sparing techniques: a prospective self-controlled study. Int Forum Allergy Rhinol 2021;11(6):984-92.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22726

77. Jiang C, Shi R, Sun Y. Study of inferior turbinate reconstruction with Medpor for the treatment of empty nose syndrome. Laryngoscope 2013;123(5):1106-11.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.23908

78. Malik J, Dholakia S, Spector BM, Yang A, Kim D, Borchard NA, *et al.* Inferior meatus augmentation procedure (IMAP) normalizes nasal airflow patterns in empty nose syndrome patients via computational fluid dynamics (CFD) modeling. Int Forum Allergy Rhinol 2021;11(5):902-9.
http://dx.doi.org/10.1002/alr.22720

79. Dholakia SS, Yang A, Kim D, Borchard NA, Chang MT, Khanwalkar A, *et al.* Long-term outcomes of inferior meatus augmentation procedure to treat empty nose syndrome. Laryngoscope 2021;131(11):E2736-E41.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.29593

80. Ushio M, Ishimaru J, Omura S, Ohta Y, Suzuki M. Nasal floor augmentation for empty nose syndrome. Acta Oto-Laryngologica Case Reports 2022;7(1):1-7.
http://dx.doi.org/10.1080/23772484.2021.2020122

81. Modrzyński M. Hyaluronic acid gel in the treatment of empty nose syndrome. Am J Rhinol Allergy 2011;25(2):103-6.
http://dx.doi.org/10.2500/ajra.2011.25.3577

82. Xu X, Li L, Wang C, Liu Y, Chen C, Yan J, *et al.* The expansion of autologous adipose-derived stem cells in vitro for the functional reconstruction of nasal mucosal tissue. Cell Biosci 2015;5:54.
http://dx.doi.org/10.1186/s13578-015-0045-7

83. Ma Z-X, Quan Z, Jie L, Hu G-H. Assessment of postsurgical outcomes between different implants in patients with empty nose syndrome: a meta-analysis. J Int Med Res 2017;45(6):1939-48.
http://dx.doi.org/10.1177/0300060517715167

84. Na Y, Chung KS, Chung SK, Kim SK. Effects of single-sided inferior turbinectomy on nasal function and airflow characteristics. Respir Physiol Neurobiol 2012;180(2-3):289-97.
http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2011.12.005

85. Batra PS, Seiden AM, Smith TL. Surgical management of adult inferior turbinate hypertrophy: a systematic review of the evidence. Laryngoscope 2009;119(9):1819-27.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.20544

86. Leong SC. The clinical efficacy of surgical interventions for empty nose syndrome: a systematic review. Laryngoscope 2015;125(7):1557-62.
http://dx.doi.org/10.1002/lary.25170

Participants

Les organismes professionnels et associations de patients et d'usagers suivants ont été sollicités pour proposer des experts conviés à titre individuel dans les groupes de travail/lecture :

Association syndrome du nez vide France*

Collège de la médecine générale

Collège français d'orthophonie*

Collège national pour la qualité des soins en psychiatrie

Conseil national professionnel des internistes

Conseil national professionnel de neurologie

Conseil national professionnel d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale*

Conseil national professionnel de pneumologie*

Conseil national professionnel de psychiatrie

Fédération française de psychiatrie*

Fédération française des associations et amicales de malades, insuffisants ou handicapés respiratoires*

Fédération française des psychologues et de psychologie*

Société de neurophysiologie clinique de langue française

Société de physiologie

Société française d'étude et de traitement de la douleur

Société française de recherche et médecine du sommeil

(*) Cet organisme a proposé un ou plusieurs experts pour ce projet.

Groupe de travail

Pr André Coste, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Créteil – président du groupe de travail

Dr Julie Fernandez Rodriguez, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Marseille – chargée de projet

M. Cédric Paindavoine, Saint-Denis – chef de projet HAS

M. Gilles Chatevaire, usager du système de santé

Dr Michel Hanau, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Amiens

Dr Sandrine Launois, pneumologue, Neuilly

M. Didier Lerond, orthophoniste, Woippy

Pr Geoffrey Mortuaire, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Lille

M. Ludovic Palot, usager du système de santé

Dr Michel Petitjean, médecin physiologiste et respiratoire, Clamart

Dr Laurent Portel, pneumologue, Libourne

Dr Nathalie Raymond, pneumologue, Bordeaux

Dr Léa Rotenberg, psychiatre, Paris

Groupe de lecture

Mme Corinne Adamkiewicz, orthophoniste, Arras

Mme Christine Attia, usager du système de santé

Dr Hélène Benzaquen, pneumologue, Paris

Pr Laurent Castillo, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Nice

M. Harold Chaney, usager du système de santé

Dr Alain Corré, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Paris

Pr Louis Crampette, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Montpellier

M. Jérôme Davoine, usager du système de santé

Dr Céline Desvant-Mouawad, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, allergologue, Lille

M. Jérôme Firtina, usager du système de santé

M. Denis Flahaut, usager du système de santé

Mme Anne-Marie Froment, usager du système de santé

Dr Jean-Baptiste Fron, médecin généraliste, Châtillon

Dr Stéphanie Fry, pneumologue, Lille

M. David Gérard, usager du système de santé

M. Nicolas Guez du Chaffaut, usager du système de santé

Mme Françoise Hoareau, usager du système de santé

Dr Dany Jaffuel, pneumologue, Montpellier

M. Antoni Janusz, usager du système de santé

Mme Sandrine Jean, usager du système de santé

Pr Justin Michel, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Marseille

Pr Jean-Arthur Micoulaud-Franchi, psychiatre, Bordeaux

Dr Martin Morisse, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Lille

M. Farid Nadif, usager du système de santé

Dr Patricia Pâme, médecin généraliste, Paris

Pr Jean-François Papon, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Le Kremlin-Bicêtre

Dr Vincent Patron, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Caen

Dr Christophe Perrin, pneumologue, Monaco

M. Kuider Rafai, usager du système de santé

Mme Nathalie Renaudin, usager du système de santé

Pr Cécile Rumeau, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Nancy

Pr Élie Serrano, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Toulouse

Dr Hervé Solatges, médecin généraliste, Nîmes

Dr Christophe Sureau, médecin généraliste, Cartelègue

Mme Diana Thabet, usager du système de santé

Mme Catherine Thibault, psychologue, orthophoniste, Clamart

Dr Thibault Vanderhaegen, oto-rhino-laryngologue et chirurgien cervico-facial, Lille

Remerciements

La HAS tient à remercier l’ensemble des participants cités ci-dessus.

Abréviations et acronymes

BDI	Beck Depression Inventory (BDI, BDI-II, BAI, BDI-UU)
CFD	Simulation numérique des écoulements (Computational Fluid Dynamics)
CHR	Rhinite chronique hypertrophique
ENS	Empty Nose Syndrome
ENS6Q	Empty Nose Syndrome 6-item Questionnaire
EQ-5D-5L	Questionnaire EuroQoL-5D version à 5 niveaux
ESS	Epworth Sleepiness Scale
GAD-7	Generalised Anxiety Disorder Assessment
HAS	Haute Autorité de santé
HVS	Syndrome d'hyperventilation
IC	Intervalle de confiance
IRM	Imagerie par résonance magnétique
NO	Monoxyde d'azote
nNO	Monoxyde d'azote nasal
ORL	Oto-rhino-laryngologie/oto-rhino-laryngologue
PHQ	Patient Health Questionnaire
ppb	Partie par milliard (part per billion)
Score ADSS	Adelaïde Disease Severity Score
SFORL	Société française d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie de la face et du cou
SIS	Matrice extra-cellulaire isolée de l'intestin de porc (Small Intestine Submucosa)
SNOT	Sino-Nasal Outcome Test
SNV	Syndrome du nez vide
SVF	Fraction vasculaire stromale autologue
TRPM8	Canaux TRPM8 (thermoreceptor-like transient receptor potential channel melastatin 8)
WPAI	Work Productivity and Activity Impairment Questionnaire

Retrouvez tous nos travaux sur
www.has-sante.fr

HAS
HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

Développer la qualité dans le champ sanitaire, social et médico-social

© Haute Autorité de santé – novembre 2022 – ISBN :978-2-11-167570-4